

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-31864

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/60

// H 0 1 L 21/603

識別記号

3 1 1 Q

庁内整理番号

7726-4E

F I

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数20 OL (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平6-160350

(22) 出願日 平成6年(1994)7月12日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 高橋 良治

熊本県菊池郡西合志町御代志997 三菱電機株式会社熊本製作所内

(72) 発明者 篠原 利彰

熊本県菊池郡西合志町御代志997 三菱電機株式会社熊本製作所内

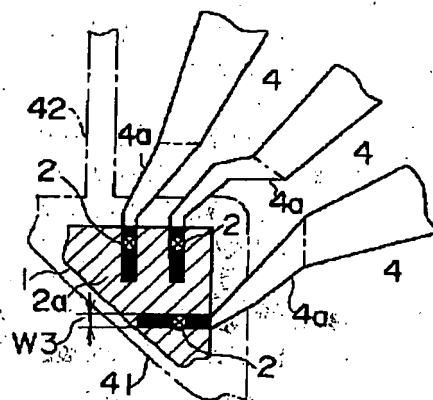
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 陽極接合法を用いて製造した電子部品及び電子部品の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 電氣的にも機械的に結合が強度で、しかも複数の電極のそれぞれにインナーリードを一括したボンディングすることができる半導体装置及びその製造方法を得ることを目的とする。

【構成】 半導体チップ1の表面に、加熱すると導電性になる絶縁被膜2aを電極2を避けて被覆すると共に、リードフレーム4からのインナーリード4aの先端を電極2の上面を覆うように延設させた後、インナーリード先端4aと絶縁被膜2aを陽極接合することで、電極2とインナーリード4aとを圧接して電氣的に接合する。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電流入出力用の導体と、電氣的に接続される電極を有した回路素子とを備え、前記電極の周囲に加熱をすると導電性になる絶縁被膜を付着した後に、前記導体を前記電極に接触させて前記絶縁被膜上に重ね合わせてこの絶縁被膜と前記導体とを陽極接合し、前記導体と前記電極とを電氣的に接続させることを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項2】 半導体チップの表面に加熱をすると導電性になる絶縁被膜を前記半導体チップ表面上に設けられた電極を避けて付着し、この電極を覆うようにリードフレームから延設されたインナーリードの先端を前記絶縁被膜上に配置し、これらを重ねた状態でこの絶縁被膜と前記インナーリードの先端を陽極接合すると共に、このインナーリードと電極とを電氣的に接続したことを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項3】 半導体チップの表面に設けられた絶縁性パッシベーション膜の上に金属被膜を付着したことを特徴とする請求項2に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項4】 半導体チップ上の電極の表面を、前記半導体チップの表面に付着された加熱すると導電性になる絶縁被膜の最上面より高くなるように構成したことを特徴とする請求項2に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項5】 電極の先端形状を凸面形状としたことを特徴とする請求項4に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項6】 半導体チップ上の電極の表面を、前記半導体チップの表面に付着された加熱すると導電性になる絶縁被膜の最上面より低くなるように構成したことを特徴とする請求項2に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項7】 加熱すると導電性になる絶縁被膜の表面より低い面に設けた電極に、前記絶縁被膜の表面より一部が突出する弾性率の小さい導電性物質を載置したことを特徴とする請求項5に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項8】 導電性物質に水銀を用いたことを特徴とする請求項7に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項9】 半導体チップ上に陽極接合されたインナーリードの表面の一部に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着して回路基板の配線導体に載置し、前記絶縁被膜と配線導体とを陽極接合したことを特徴とする請求項2に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項10】 半導体チップ上に陽極接合されたインナーリードの末端を前記半導体チップのエッジに沿って屈折させてアウトリードに成型したことを特徴とする請求項2に記載の陽極接合法を用いて製造した電子部品。

2

【請求項11】 半導体チップの表面に加熱すると導電性になる絶縁被膜を前記半導体チップ表面上に設けられた電極を避けて付着すると共に、前記電極と電氣的に接合する配線導体以外に前記絶縁被膜と接触する導体片をパターンニングした回路基板に前記半導体チップを実装し、前記絶縁被膜と導体片とを陽極接合させることで前記電極と配線導体とを電氣的に接続したことを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項12】 第1の回路基板にパターンニングされた配線導体より絶縁されてパターンニングされた導体片に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着し、前記配線導体に電氣的接続をとる配線導体とこの配線導体より絶縁された導体片とがパターンニングされた第2の回路基板を前記第1の回路基板に積層して前記絶縁被膜と導体片とを陽極接合させ、積層回路基板を形成することを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項13】 半導体装置のアウトリードの配線導体接触部の一部に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着して回路基板の配線導体上に配置し、この絶縁被膜と配線導体とを陽極接合させることで半導体装置を回路基板に実装させることを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項14】 インナーリードの先端に突起部を設けると共にこの突起部の周囲に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着し、半導体チップ上の電極の周囲に金属皮膜を所定の厚みで付着して前記電極に達する凹部を形成してこの凹部に前記突起部を係合させて前記インナーリードと前記電極とを接触させて前記絶縁被膜と前記金属皮膜とを陽極接合したことを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項15】 インナーリードの先端に付着され加熱すると導電性になる絶縁被膜にインナーリードに達する開口部を設けて凹部を形成し、この凹部に前記半導体チップ表面の金属皮膜より突出して設けられた凸状の電極を係合させて前記インナーリードと前記電極とを接触させた状態で前記絶縁被膜と前記金属皮膜とを陽極接合したことを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項16】 半導体チップの裏面に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着してリードフレームのダイパッドに載置した後、前記絶縁被膜とダイパッドとを陽極接合して前記リードフレームパッドを前記半導体チップに固定したことを特徴とする陽極接合法を用いて製造した電子部品。

【請求項17】 半導体チップの表面に、電極を除く全表面に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着した後に各インナーリードの先端部分に対応する電極の上面に位置合わせし、陽極接合法で前記各インナーリードと前記絶縁被膜とを接合する過程で前記各電極とインナーリードとを同時に電氣的に接続することを特徴とする電子部

(3)

3

品の製造方法。

【請求項 18】 半導体ウエハを複数に分割分離して形成した各半導体チップの表面に、電極を除く全表面に付着され加熱をすると導電性になる絶縁被膜とインナーリードとを陽極接合法で接合する際に、弾性率の小さい導電性物質を前記絶縁被膜層に設けた凹部に嵌合して電極に挿入した後、陽極接合により前記絶縁被膜と前記インナーリードとを陽極接合する過程で前記導電性物質を前記電極に圧接させながら前記インナーリードと前記電極とを電氣的に接続することを特徴とする電子部品の製造方法。

【請求項 19】 半導体チップの電極部に設けたパンプの周辺に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着し、前記電極部のパンプをTAB自動実装用のフレキシブルテープにエッチングにより形成されたインナーリードに載置した後に前記絶縁被膜とインナーリードとを陽極接合し、前記電極を前記パンプを介してインナーリードに電氣的に接続することを特徴とする電子部品の製造方法。

【請求項 20】 外部配線用のボールグリッドアレイを設けた半導体装置の底面に加熱をすると導電性になる絶縁被膜を前記ボールグリッドアレイの頂部の一部は露出される程度に付着した後に、前記ボールグリッドアレイを回路基板上の配線導体に載置して前記絶縁被膜と前記配線導体とを陽極接合することで前記ボールグリッドアレイと配線導体とを電氣的に接続することを特徴とする電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は陽極接合法を用いて製造した電子部品及び電子部品の製造方法に関するものであり、特に、半導体チップの各電極のそれぞれに外部引出用配線を同時圧接して接続する際に、半導体チップ表面の電極部を囲む絶縁層と外部引出用配線の導体表面とを陽極接合することで外部引出用配線と電極部と電氣的に接続するようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】 図39は従来の超音波熱圧着式ワイヤボンディング方式で半導体チップ1の表面に設けられた電極2と図示しないリードフレームから延長されたインナーリード4とを金線5で電氣的に接続した状態を示す斜視図である。図40は半導体チップ1の表面に設けられた電極2に金線5の一端を超音波熱圧着を行っている時の様子をモデル化した図である。

【0003】 図40において、41はダイパッドであって半導体チップ1を支える台板、6は半導体チップ1をダイパッド41に固定するためのダイボンディング材を示す。ダイボンディング材6及びダイパッド41の目的は、金線5の先端のボール51を電極2に超音波熱圧着する時に52に示すボールボンディング形状になるようなキャピラリー7の押圧力を支持すると共に、チップ1を支える。

4

【0004】 超音波熱圧着式ワイヤボンディング方式においては、キャピラリー7の中を貫通した金線5の先端がキャピラリー7の先端より出た状態で高圧放電により金線5の先端にボール51が形成される。その後、ボール51は半導体チップ1上に設けられた電極2に押圧されて超音波振動、及び熱が印加されることで、ボール51は同図の52に示す様に電極2に超音波熱圧着される。そして、キャピラリー7はインナーリード4の先端部の位置まで移動した後、キャピラリー7を下降させてインナーリード4の先端部と金線5とを接続する。

【0005】 図41の(a)、(b)及び図42は、従来の超音波熱圧着ワイヤボンディング方式で電極2とインナーリード4の先端を金線5で接続する時のリードフレームの構造を示す図であり、図41の(a)において、フレーム枠3は図示しない8個のダイパッド41とインナーリード4が36個宛を一体に構成したものを示す。

【0006】 図41の(b)は同図(a)の“ア”部分を拡大した図を示す。同図において、3はフレーム枠、4は36個のインナーリードの内の代表の1個を示す。41はダイパッド、42はダイパッド41をフレーム枠3と支持する目的で設けた吊りリードを示す。44は外部リードとなる部分を示す。

【0007】 図42は36個のインナーリード4、ダイパッド41、及び吊りリード42の詳細を示す図である。同図において一点鎖線で示す長方形はモールド樹脂で外装される位置を示す。図43は上記で説明した従来の超音波熱圧着ワイヤボンディング方式で、電極2とインナーリード4を金線5で接続した後、フレーム枠3をモールド樹脂8で外装モールドして完成した半導体装置の断面図を示す。同図において、53は図40で説明した金線5とインナーリード4とを超音波熱圧着した後の接続部分を示す。

【0008】 図44は金線5をチップ1上の電極(図示しない)とインナーリード4とに圧着した部分を拡大した図を示す。図45は半導体チップ1の表面に設けられた電極2にボール51を超音波熱圧着して完了した時のボール51の変形の様子を示す詳細図である。同図において、電極2をアルミ電極とすると、超音波熱圧着が完了した時点で金線5及びボール変形部52は金線素材そのものであるが、54の部分で金とアルミの合金層が形成される。21は電極2を避けて半導体チップ1上に付着された電氣的絶縁性パッシベーション膜(以下、電氣的絶縁膜と記載する)を示す。

【0009】 図46は金線5のボール変形部52がキャピラリー7によって電極2に押圧されて接続が完了した状態を示す。図47は金線5の他端がキャピラリー7によってインナーリード4にステッチボンディングされて、その変形部分53がインナーリード4の先端部分に押圧された状態を示す。図47において、変形部分53とインナ

(4)

5

ーリード4がステッチボンドされると、ステッチ側はリードフレーム材料によって異なるが、鉄フレームの時には銀メッキされるので、金と銀の合金層が生じるため、図45のように金の合金層54が生じるが、本図では合金層54を省略している。

【0010】図48の(a)～(e)は従来の超音波熱圧着ワイヤボンドにより半導体チップ1上の電極とインナーリード4とを金線5で接続をする工程を説明したものである。図48(a)において、熱の供給はヒートブロック9よりダイパッド41を通してチップ1に熱伝導により伝えられる。キャピラリー7の先端より導出された金線5の先端は高圧電源トーチ10によりボールに成型される。

【0011】同図(b)はキャピラリー7を電極2(本図では省略)に下降させ、成型されたボール51を電極2に超音波振動と押圧力とで圧着した状態を示す。同図(c)は図45に示すようにボール51の超音波熱圧着が完了した後に、金線5の他端をインナーリード4と接続させるために、金線5を通したキャピラリー7をインナーリード4へ移動させる状態を示す。同図(d)は金線5の他端をインナーリード4にステッチボンドをした状態を示す。同図(e)は図47に示す状態で金線5の他端をステッチボンドによりインナーリード4に圧着をした後に、キャピラリー7が金線5をクランプ11で握んだ状態で引き上げ、金線5をステッチボンド部分で切断した状態を示す。

【0012】図49は超音波熱圧着によって電極2とインナーリード4との間を金線5によって接続した後の半導体チップ1を上面より見た平面図を示す。図50は半導体チップ1上に電極2が19個配置された図を示し、2iは半導体チップ1の表面に電極2を除く全域に亘って付着された電氣的絶縁膜を示す。

【0013】電氣的絶縁膜2iと電極2の境界は図51に示すように、電極2はC寸法×E寸法に示す面積で構成され、また電氣的絶縁膜2iは電極2の面積を上回る寸法B寸法×D寸法で開口して電極2を電氣的絶縁膜2iより露呈させている。半導体チップ1の断面の構成は、図45に示すように電極2の外周に電氣的絶縁膜2iが重なっている。図51に示すように、電極2の面積は金線5の電氣的及び機械的結合度を高めるためボール51が超音波熱圧着された時のボール変形部52の外周面積より大きくなければならない。

【0014】又、ワイヤボンド装置の精度により図51に示す各電極2の中心間の寸法Aはボール変形部52の外周寸法等を考慮して決められなければならない。一般に超音波熱圧着をする限りにおいては、同図に示す回路配線21の幅に比較し、ワイヤボンドするための電極2は幅を大きくしなければならない。また、従来のワイヤボンド方法であると図52に示すようにI寸法、J寸法、K寸法、L寸法を注意し、ワイヤボンダーの精度、

6

性能を加味した半導体装置の設計をしなければならない。

【0015】図53は図52の平面図で示される金線5が電極2とインナーリード4に亘ってワイヤリングされた軸線上で切断した時の断面図を示す。金線5の半導体チップ1の角部に対する寸法が充分とれているかはI寸法をチェックすることで確認する。ダイパッド41の角部と金線5との隙間は、J寸法とダイパッド41及びインナーリード4の関係から確認する。また、ステッチボンド53部分に充分な寸法が確保されているかはK寸法で確認する必要がある。

【0016】図54の(a)はチップ1の中央部に配置した電極2とインナーリード4とを超音波熱圧着ワイヤボンド方式を用いて金線5で接続して完成した半導体装置(集積回路)の内部構造を示す斜視図である。同図の(b)は同図(a)のイーイー線部分で切断した場合の断面図である。図55の(a)は従来行われているTABパッケージの断面図を示す。同図において21は電極バンプであり、電極バンプ21は熱圧着でテープキャリア電極リード(以下、電極リードと記載する)4bに予め形成されている。同図の(b)は電極バンプ21と電極との接続部分を拡大して示す拡大図である。TAB方式においては、半導体チップ1の電極と電極リード4aとの接続は電極バンプ21を介して行うことで電極と電極リード4aとの電氣的接合がなされる。

【0017】図56は特公昭53-28747号公報に示された、シリコンでなる半導体材料を電氣絶縁材に陽極接合する方法を例示した図を示す。図56において、1aは半導体材料であり、この半導体材料1aは電源Aによって通電され放熱している抵抗加熱条片67に載置されている。1bは半導体材料1aの表面に付着され、加熱するとわずかに導電性となる絶縁被膜であるガラス膜(例えば、ホウ酸と珪酸を成分としたホウ珪酸ガラス)。68は絶縁被膜1bを介して半導体材料1aに重ね合わせられた接合対象となる電氣的絶縁材料、65は電氣的絶縁材料68を半導体材料1aの表面に軽く押圧させる圧力接続片である。尚、60は半導体材料1aより電氣的絶縁材料68に正電流を流すための直流電源である。直流電源60の正極端子63は抵抗加熱条片67に負極端子は圧力接続片65に接続されている。

【0018】次に、陽極接合方法について説明する。抵抗加熱条片67を通して半導体材料1aを、絶縁被膜1bがわずかに導電性を帯びるまで加熱(約400°～700°この加熱温度は絶縁被膜材によって異なる)する。その結果、半導体材料1aから電氣的絶縁材料68にわずかな正電流(例えば数 $\mu\text{A}/\text{mm}^2$)を約1分通電することにより、半導体材料1aと電氣的絶縁板68との境界面に陽極成長酸化物接合部が形成されて半導体材料1aと電氣的絶縁材料68が陽極接合される。

【0019】この時、電氣的絶縁材料68は加熱温度ま

(5)

7

たは印加電流のどちらによっても融解しない。加熱は単に絶縁被膜1bを導電性にする作用をなすだけである。半導体材料1aと電氣的絶縁材料68の接合は、半導体材料1aから電氣的絶縁材料68に正の電流を通じるだけで成し得る。

【0020】図57は同じく特公昭53-28747号公報に示された、シリコンでなる2個の半導体材料1c、1dを電氣絶縁材料材68に陽極接合によって合する方法を例示した図を示す。この方法においては、接合面に絶縁被膜1bを付着した2個の半導体材料1c、1dを電氣的絶縁材料68に載置した後、この電氣的絶縁材料68を抵抗加熱条片に載置している。尚、各半導体材料1c、1dは正電流を流すための直流電源61、62を個々に有し、各直流電源61、62に正極端子は対応する半導体材料1c、1dに接続され、各負極端子は抵抗加熱条片67に共通接続されている。

【0021】次に、陽極接合方法について説明する。抵抗加熱条片67より電氣的絶縁材料68を通して半導体材料1c、1dを、絶縁被膜1bがわずかに導電性を帯びるまで加熱する。その結果、半導体材料1c、1dから電氣的絶縁材料68にわずかな正電流（例えば数 $\mu\text{A}/\text{mm}^2$ ）を約1分通電することにより、半導体材料1c、1dと電氣的絶縁板68との境界面に陽極成長酸化物接合部が形成されて半導体材料1a、1dと電氣的絶縁材料68が陽極接合される。

【0022】他の公報に開示された陽極電極接合方法の一般利用例として、特公平1-185242号公報及び特公平4-164841号公報に、シリコンウエハの裏面のシリコン表面を導電体表面とし、この導電体表面とガラスウエハの表面との間を接続する方法について示されている。特公昭53-28747号公報は半導体としてシリコンと石英との接合、シリコンとホウ酸と珪酸を成分とした膨張率の小さい耐熱ガラスであるホウ珪酸ガラスとの接合、ゲルマニウム半導体とホウ珪酸ガラスとの接合、及びシリコンとサファイヤ絶縁材等とを接合する例を示している。

【0023】また特殊な応用例として特公昭63-117233号公報に、容量型圧力センサにおいてシリコンウエハとシリコン支持体ウエハを陽極接合する方法が示されている。特公昭53-28747号公報等において陽極接合法の原理が示されているので、陽極接合の詳細の説明は省略する。

【0024】図58は従来の積層多層絶縁基板の平面図を示す。図59はその縦構造を示す断面斜視図を示す。図58において、70は積層多層絶縁基板、71は絶縁板、76は絶縁板71上にパターンニングされた配線である。また、図59において、71~75は積層された5枚の絶縁板、76~81および黒く塗り潰された部分は各絶縁板71~75上にパターンニングされた配線である。各絶縁71~75を積層して積層多層絶縁基板7

8

0を作成するには絶縁基板71~75に設けたスルーホールにリード線を通して積層される各絶縁基板71~75の配線と導通をとっていた。

【0025】従来技術における接合方法で最初にワイヤボンダ法を説明し、次いでTABによるバンプ接合法を説明し、最後に陽極接合方法を述べたが、陽極接合法はチップ表面を絶縁被膜で覆う場合や、圧力センサにおいての応力緩和のために用いる台座とひずみゲージを形成するシリコンを接合する場合に用いることが知られている。

【0026】従来一般に用いられている陽極接合法は、ガラス絶縁板と接合するシリコン自体ある程度の剛性を有するもので、ガラス絶縁板もシリコンと同程度の剛性を有するものを接合するのに用いられている。

【0027】以上の説明で、ワイヤボンダ法は、1. ボール形成 2. 超音波熱圧着に於ける加熱、押圧力印加、超音波振動供給 3. キャピラリー移動 4. ステッチ部の超音波熱圧着 5. 金線切断の5工程をインナーリード1本宛行わなければならない。

【0028】TABによるバンプ接合においても、1. 加熱圧着 2. 移動の工程をチップ上に設けられた電極接合数だけ繰り返す必要がある。一括ボンディングは現在実用化されていない。

【0029】いずれもこれらの接合方法は電氣的接続をすべき電極と電極、即ち金属導体と金属導体同志を超音波熱圧着、若しくは熱圧着で接合する。そのため、電氣的接続を行う接合部分の機械的強度、例えば剪断強度は接合部の状態で決まってしまう。

【0030】また、超音波熱圧着若しくは熱圧着した部分は、金属接触摩擦熱と強性的印加荷重で組織的に破壊を起こし再結合をして合金層を構成したものになっている。そのため接合面積を大きくしなければ安全な強度が確保できない。例えば金線の直径 $\phi = 25\mu\text{m}$ のものは接合部接着面の直径 $\phi = 100\mu\text{m}$ と金線径の4倍の直径で、面積は16倍となっている。

【0031】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体装置における電極とインナーリードとの接続方法には以下のような問題点があった。

(イ) 従来のインナーリードと電極との接続を金線の様な非常に剛性の弱い部材を介して行う方法では、電氣的接続を行う金線の両端部分で機械的な強度を確保しなければならない。そのため、機械的な強度を確保するために接続部分の寸法を電氣的接続に必要な寸法以上に余分に確保することが必要となる。その結果、集積回路（IC）の高密度化目的に反しチップ上の電極の寸法を大きくしなければならずICチップの小形化を阻害することになる。

【0032】(ロ) また、従来のインナーリードと電極との接続を金線の様な非常に剛性の弱い部材を介して行

9

う方法では、電気的接続を行う金線の両端部分及び金線自体を外荷から保護する目的や半導体チップ自体等を外部環境から保護する目的で半導体チップ及びインナーリードをモールドすることは必定であり、そのため半導体装置の外形寸法は所定の大きさにならざる得ないという問題点があった。

【0033】(ハ) 最近のICの高集積化により、外部に信号を取り出す電極の数が多くなっている。しかし、従来のワイヤボンダ法やTABによるバンプ接続法では、機械的接合強度をある程度確保するためには電極の寸法を所定の寸法に決めなければならない。その結果としてチップの全体の寸法が電極の数に左右されICチップの小形化を阻害することになる。

【0034】(ニ) インナーリードを封止部の外部に延設して形成した接続ピンの数が1000ピン以上の多ピンになると、電極1本、1本に接合作業を施すワイヤボンダ接合法であると接続精度にばらつきが生じて、電極への接合が正常に行われているかどうかの検証が困難になる。

【0035】(ホ) 特に超音波熱圧着若しくは熱圧着により接合部に作られる合金層の機械的強度の正確な値の把握は困難なことから高い安全率を見込んで接合部の設計をしなければならない。そのため、組立工程中に生じる振動、自重、その他の外力を考慮して充分余裕のある設計をしなければならず設計的制限を受けることになる。

【0036】(ヘ) 従来の電極接続方法では、接続動作を電極の数 n に対応して n 回若しくは2倍の $2n$ 回繰り返す必要があった。そのため、多ピン構成の半導体装置になればなる程、接続に要する時間が増える。

【0037】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、インナーリードと電極との電気的な接続およびインナーリードと電極周囲の絶縁膜との機械的結合が強固で、しかも複数の電極のそれぞれにインナーリードを陽極接合法を用いて一括してボンディングすることができる電子部品及び電子部品の製造方法を得ることを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、電流入出力用の導体と、電気的に接続される電極を有した回路素子とを備え、前記電極の周囲に加熱をすると導電性になる絶縁被膜を付着した後に、前記導体を前記電極に接触させて前記絶縁被膜上に重ね合わせてこの絶縁被膜と前記導体とを陽極接合し、前記導体と前記電極とを電気的に接続させたものである。

【0039】請求項2の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの表面に加熱をすると導電性になる絶縁被膜を前記半導体チップ表面上に設けられた電極を避けて付着し、この電極を覆うようにリ

(6)

10

ードフレームから延設されたインナーリードの先端を前記絶縁被膜に重ねた状態でこの絶縁被膜と前記インナーリードの先端を陽極接合すると共に、このインナーリードと電極とを電気的に接続したものである。

【0040】請求項3の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項2に記載の半導体チップの表面に設けられた絶縁性パッシベーション膜の上に金属被膜を付着したものである。

【0041】請求項4の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項2に記載の半導体チップ上の電極の表面を、前記半導体チップの表面に付着された加熱すると導電性になる絶縁被膜の最上面より高くしたものである。

【0042】請求項5の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項4に記載の電極の先端形状を凸面形状としたものである。

【0043】請求項6の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項2に記載の半導体チップ上の電極の表面を、前記半導体チップの表面に付着された加熱すると導電性になる絶縁被膜の最上面より低くなるように構成したものである。

【0044】請求項7の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項5に記載の加熱すると導電性になる絶縁被膜の表面より低い面に設けた電極に、前記絶縁被膜の表面より一部が突出する弾性率の小さい導電性物質を載置したものである。

【0045】請求項8の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項7に記載の導電性物質に水銀を用いたものである。

【0046】請求項9の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項2に記載の半導体チップ上に陽極接合されたインナーリードの表面の一部に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着して回路基板の配線導体に載置し、前記絶縁被膜と配線導体とを陽極接合したものである。

【0047】請求項10の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、請求項2に記載の半導体チップ上に陽極接合されたインナーリードの末端を前記半導体チップのエッジ沿って屈折させてアウトリードに成型したものである。

【0048】請求項11の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの表面に加熱すると導電性になる絶縁被膜を前記半導体チップ表面上に設けられた電極を避けて付着すると共に、前記電極と電気的に接合する配線導体以外に前記絶縁被膜と接触する導体片をパターンニングにした回路基板に前記半導体チップを実装し、前記絶縁被膜と導体片とを陽極接合させることで前記電極と配線導体を電気的接合したものである。

【0049】請求項12の発明に係る陽極接合法を用い

(7)

11

て製造した電子部品は、第1の回路基板にパターニングされた配線導体より絶縁されてパターニングされた導体片に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着し、前記配線導体と電氣的接続をとる配線導体とこの配線導体より絶縁された導体片がパターニングされた第2の回路基板を前記第1の回路基板に積層して前記絶縁被膜と導体片とを陽極接合させ、積層回路基板を形成するものである。

【0050】請求項13の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体装置のアウトリードの配線導体接触部の一部に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着して回路基板の配線導体に配置し、この絶縁被膜と配線導体とを陽極接合させることでは半導体装置を回路基板に実装させるものである。

【0051】請求項14の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、インナーリードの先端に突起部を設けると共にこの突起部の周囲に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着し、前記半導体チップ上の電極の周囲に金属皮膜を所定の厚みで付着して前記電極に達する凹部を形成してこの凹部に前記突起部を係合させて前記インナーリードと前記電極とを接触させて前記絶縁被膜と前記金属皮膜とを陽極接合したものである。

【0052】請求項15の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、インナーリードの先端に付着され加熱すると導電性になる絶縁被膜にインナーリードに達する開口部を設けて凹部を形成し、この凹部に前記半導体チップ表面の金属皮膜より突出して設けられた凸状の電極を係合させて前記インナーリードと前記電極とを接触させた状態で前記絶縁被膜と前記金属皮膜とを陽極接合したものである。

【0053】請求項16の発明に係る陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの裏面に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着してリードフレームのダイパッドに載置した後、前記絶縁被膜とダイパッドとを陽極接合して前記リードフレームパッドを前記半導体チップに固定したものである。

【0054】請求項17の発明に係る電子部品の製造方法は、半導体チップの表面に、電極を除く全表面に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着した後に各インナーリードの先端部分に対応する電極の上面に位置合わせし、陽極接合法で前記各インナーリードと前記絶縁被膜とを接合する過程で前記各電極とインナーリードとを同時に電氣的に接続するようにしたものである。

【0055】請求項18の発明に係る電子部品の製造方法は、半導体ウエハを複数に分割分離して形成した各半導体チップの表面に、電極を除く全表面に付着され加熱すると導電性になる絶縁被膜とインナーリードとを陽極接合法で接合する際に、弾性率の小さい導電性物質を前記絶縁被膜層に設けた凹部に嵌合して電極に挿入した後、陽極接合により前記絶縁被膜と前記インナーリード

12

とを陽極接合する過程で前記導電性物質を前記電極に圧接させながら前記インナーリードと前記電極とを電氣的に接続するようにしたものである。

【0056】請求項19の発明に係る電子部品の製造方法は、半導体チップの電極部に設けたバンプの周辺に加熱すると導電性になる絶縁被膜を付着し、前記電極部のバンプをTAB自動実装用のフレキシブルテープにエッチングにより形成されたインナーリードに載置した後に前記絶縁被膜とインナーリードとを陽極接合し、前記電極を前記バンプを介してインナーリードに電氣的に接続するようにしたものである。

【0057】請求項20の発明に係る電子部品の製造方法は、外部配線用のボールグリッドアレイが設けられた半導体装置の底面に前記ボールグリッドアレイの頂部が露出する程度に加熱をすると導電性になる絶縁被膜を付着した後に、前記ボールグリッドアレイを回路基板上の配線導体に載置して前記絶縁被膜と前記配線導体とを陽極接合することで前記ボールグリッドアレイと配線導体とを電氣的に接続するようにしたものである。

【0058】

【作用】請求項1の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、導体と電極周囲の絶縁被膜とを陽極接合することで、導体を溶融することなく機械的に強固に回路素子に接合できると共に、導体の電極に対する電氣的接合度を高くできる。

【0059】請求項2の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、リードフレームから延設されたインナーリードの先端部分を半導体チップの電極の周囲の絶縁被膜に陽極接合することで、インナーリードを半導体チップ上に機械的に強固に接合できると共に、インナーリードの電極にたいする電氣的接合度を高くできる。

【0060】請求項3の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの絶縁性パッシベーション膜の上に金属皮膜を設けたため、半導体チップを陽極として配線基板に陽極接合できると共に、半導体チップの最上面に金属皮膜が付着されているため電磁波等の影響を受けにくくなる。

【0061】請求項4の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの上面に設けた電極の表面を周囲に付着した絶縁被膜の表面より突出させたことで、絶縁被膜と陽極接合されるインナーリードとの電氣的接合度が高くなる。

【0062】請求項5の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの上面に設け、付着した絶縁被膜の表面より突出させた電極の頂部を凸状とするとインナーリードと絶縁被膜とを陽極接合した場合に電極の頂部がインナーリードによって潰され易くなり電氣的接合が高まると共に頂部の高さ調整が容易となる。

13

【0063】請求項6の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップ上の電極の表面を、周囲に付着した絶縁被膜の表面より低くして凹部を形成したことで、凹部にインナーリードと電極との導通を確実にできる導電性物質を載置することができる。

【0064】請求項7の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、電極に載置されインナーリードによって押圧される導電性物質を弾性率の小さい物質することで電極とインナーリードとの導通度は導電性物質を介してより向上する。

【0065】請求項8の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、電極に載置されインナーリードによって押圧される導電性物質を水銀球とすることで、水銀球の圧縮時に水銀とインナーリード及び電極との接触面積が広がり電極とインナーリードとの導通度が向上する。

【0066】請求項9の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップ上に陽極接合されて電極に電気的に接合されたインナーリードの表面の一部に絶縁被膜を付着し、回路基板の配線導体と陽極接合することで半導体チップより外部接続リードを引き出さなくても半導体チップを回路基板に実装することができる。

【0067】請求項10の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップ上に陽極接合したインナーリードの末端を半導体チップのエッジに沿って下方に屈折して外部接続リードとすることで全体を小型化した半導体装置を製造することができる。

【0068】請求項11の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの電極の周囲に付着した絶縁被膜と電極が接合される配線導体周囲の導体片とを陽極接合することで、半導体チップの回路基板にたいする機械的接合を強固なものながら電極と配線導体との電気的接合を強固に行うことができる。

【0069】請求項12の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、第1の回路基板にパターンニングされた配線導体以外の導体片に絶縁被膜を付着し、第2の回路基板の配線導体及びこの配線導体以外の導体片と第1の回路基板の配線導体及び導体片とを重ね合わせて陽極接合して多層積層配線基板を作ること厚み寸法精度の高い積層配線基板を作成することができる。

【0070】請求項13の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体装置のアウトリードの配線導体接触部の一部に絶縁被膜を付着して回路基板の配線導体上に配置した後に、絶縁被膜と配線導体とを陽極接合することで複数の半導体装置を同時に配線基板に実装できる。

【0071】請求項14の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、インナーリードの先端部に形成したと突起部と半導体チップ表面の絶縁被膜を電極に

(8)

14

至るまで開口した凹部とを係合させてインナーリードと絶縁被膜と陽極接合することで、インナーリードと電極との結合が強固になる。

【0072】請求項15の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、インナーリードの先端部に付着した絶縁被膜を開口して形成した凹部と半導体チップ上に付着された金属皮膜より突出した凸状の電極とを係合させて絶縁被膜と金属皮膜とを陽極接合することで、インナーリードと電極との結合が強固になる。

【0073】請求項16の発明における陽極接合法を用いて製造した電子部品は、半導体チップの裏面に絶縁被膜を付着してリードフレームのダイパッドに陽極接合し、半導体チップ上にインナーリードを陽極接合することで、ダイボンド材が不要となって安価に半導体装置が製造できる。

【0074】請求項17の発明における電子部品の製造方法は、半導体チップ表面上に設けた各電極の周囲に絶縁被膜を付着した後、リードフレームからの各インナーリードの先端部を対応する電極に向けて位置決めして各電極と対応するインナーリードを一括して陽極接合することで、各インナーリードは半導体チップに広い範囲で機械的に強固に結合されると共に、インナーリードと電極とが電気的に接合される。

【0075】請求項18の発明における電子部品の製造方法は、電極の部分にインナーリードによって押圧されると塑性変形する導電性物質を載置することでインナーリードと電極との接触面積及び接合度は導電性物質により向上する。

【0076】請求項19の発明における電子部品の製造方法は、TAB自動実装のフレキシブルテープにエッチングされた各インナーリードの先端を半導体チップ上の各電極に設けたバンパに対して位置決めし、各インナーリードと半導体チップ上に付着した絶縁被膜とを陽極接合することで従来のTAB自動実装と比較して少ない工程で半導体チップをインナーリードに接合できる。

【0077】請求項20の発明における電子部品の製造方法は、ボールグリッドアレイが設けられた半導体装置の底面にボールグリッドアレイの頂部が露出する程に付着した絶縁被膜とボールグリッドアレイが当接する配線導体とを陽極接合することで、陽極接合の過程でボールグリッドアレイと配線導体とが電気的に接合されるため、多ピン構成の半導体装置であっても少ない工程で短時間に配線基板に実装できる。

【0078】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1は半導体チップの各電極にインナーリードを陽極接合する方法を説明する陽極接合手段と半導体チップの側面断面図である。図において、1は半導体チップ、2aは半導体チップ1の表面に電極の部分避けてスバ

(9)

15

ットリング方法で付着したガラス材でなる絶縁被膜であり加熱すると加熱した部分が導電性を帯びる。

【0079】ガラス材の材質としてはホウ酸と珪酸を成分とするホウ珪酸ガラス（一般にフラスコ等に使用される）が望ましい。それは、ホウ珪酸ガラスの線膨張率が半導体チップ1上の酸化シリコンから成る電氣的絶縁膜の線膨張率とほぼ等しいため、絶縁被膜が冷えても電氣的絶縁膜より剥離しにくいからである。

【0080】3は図42に示すような構成をしたリードフレームである。だが、本実施例におけるリードフレーム3では、従来、半導体チップを載置するのに必要としたダイパッド41及び吊りリード42（一点鎖線で示す）が、陽極接合方法を用いるとインナーリード4が半導体チップ1と直接陽極接合されるため不要となる。尚、図1においては、半導体チップ1は従来のダイパッド41が設けられた位置の中央部分に位置決めされる。そして、各インナーリード4は図3に示すように半導体チップ1の各電極の直上まで延長される。

【0081】また、図3において、一点鎖線は従来のインナーリード4の先端の位置であって一点鎖線より先に伸ばした部分が本実施例によるインナーリード4aを示す。インナーリード4aの先端は半導体チップ1の上面に形成された電極2を越えて延長されている。同図において、黒く塗り潰されたインナーリード4aの先端部分が半導体チップ1上で絶縁被膜2aと陽極接合されると共に、インナーリード4aの裏面で電極2を押圧することで両者の電氣的接続が行なされる。即ち、インナーリード4aが絶縁被膜2aに接合されて行くと、インナーリード4aの接合面が、数ミクロンの単位で絶縁被膜2aより突出した電極2の表面に押圧して電氣的接続がなされる。

【0082】60は直流電源、63は直流電源60の陽極端子、64は直流電源60の陰極端子、65は圧力接触片、67は抵抗加熱板、66a、66bは抵抗加熱板67に電源Aより通電する電源リードを示す。この構成は図58に示す構成と同様である。68aは半導体チップ1とリードフレーム3を陽極接合する時に、絶縁被膜2aとリードフレーム3の接合面との接触を確実にする目的と半導体チップ1の位置決めを正確にする位置決め治具である金属片、69は直流電源60よりリードフレーム3に正電位をかける電源リード、70は直流電源60より圧力接触片65を介して半導体チップ1に負電位をかける電源リードである。

【0083】以上の構成により、電源Aが電源リード66を通して電流を抵抗加熱板67に流すと抵抗加熱板67は放熱し、リードフレーム3を通して絶縁被膜2aを400℃±50℃位に加熱して導電性を帯びさせる。導電性を帯びた状態でリードフレーム3と位置決め治具68a間に直流電源60より直流電圧を印加すると、絶縁被膜2aとリードフレーム3との間に正電流が流れ

16

る。その結果、絶縁被膜2aとリードフレーム3の境界面2a1（絶縁被膜2aの下方の太線で示す）に静電接着力と電気化学結合力が発生してリードフレーム3先端のインナーリードと半導体チップ表面が陽極接合される。

【0084】また、インナーリード3と半導体チップ1の電極との電氣的接続に関しては、図3に示されるように、同図において、黒く塗り潰されたインナーリード4aの先端部分が半導体チップ1上で絶縁被膜2aと陽極接合されると共に、インナーリード4aの裏面で電極2を押圧することで両者の電氣的接続が行なされる。即ち、インナーリード4aが絶縁被膜2aに接合されて行くと、インナーリード4aの接合面が、数ミクロンの単位で絶縁被膜2aより突出した電極2の表面に押圧して電氣的接続がなされる。

【0085】図2はインナーリード3に複数の半導体チップ1を同時に陽極接合する方法の一例を説明する図である。同図において、61は一方の半導体チップ1の絶縁被膜2aとリードフレーム3に正電流を流すための直流電源、62は他方の半導体チップ1の絶縁被膜2aとリードフレーム3に正電流を流すための直流電源を示す。図において、リードフレーム3の上に2個の半導体チップ1、1を乗せ、同時に陽極接合する場合、2個の直流電源61、62を用いて各半導体チップ1、1とリードフレーム3間に正電流を流すようにしている。この場合、何等かの手段でリードフレーム3に対する半導体チップ1、1の位置決めが正確になされるのであれば、図1に示すように押え治具兼位置決め治具兼共通短絡導体片としての位置決め治具68aを用いる必要は無い。

【0086】そして、この方法では陽極接合をするためには単に絶縁被膜2a側を陰極とし、金属導体であるリードフレーム3を陽極として正電流を流せば良い。また、リードフレーム3を吸着する図示しない単一或いは複数のコレット（真空吸着装置）が陽極となるように各直流電源より正電位を印加してもよい。この場合直流電源は単一でも良い。

【0087】図4は陽極接合が行われる部分を示した半導体チップ1の断面図で、図3に示す幅W3のリードフレーム4aの中央部を長手方向に切断した場合の断面図を示す。図4において、2は一辺の幅W2で高さhの直方体の電極を示す。この電極2の周囲には一辺がW2nの正方形の開口部が形成され、この開口部の避けて半導体チップ1上に絶縁被膜2aが付着されている。従って、電極2と絶縁被膜2aとの間にはW2n-W2のギャップが生じる。

【0088】寸法hで示される一点鎖線の部分は、陽極接合の際にインナーリード4aによって押圧され変形されない前の電極2の縦寸法を表し、絶縁被膜2a面よりΔhだけ上部が突出している。従って、絶縁被膜2aは半導体チップ表面に（h-Δh）の厚みで付着されてい

(10)

17

ることになる。

【0089】また、陽極接合が完了して電極2が押圧された場合、電極2は同図4の実線で示すように $(h - \Delta h)$ の高さになる。電極2は押圧されると潰れて当然横方向に幅が増加するが、電極2と絶縁被膜2aとの間には $W2n - W2$ の余裕があるため絶縁膜2に対してその増加分の影響が及ぶことはない。

【0090】しかし、実際、電極2を押圧して $\Delta h/h$ なる圧縮歪みを生じた時、電極2の幅 $W2$ の増加分 ΔW は $\Delta W = \nu \times (\Delta h/h)$ であり、この時に電極2のポアソン比 ν は略0.3のオーダーであるため、設計段階で検討して増加分 ΔW を無視できる場合は $W2n = W2$ としてもよい。

【0091】実際、インナーリード4aと絶縁被膜2aが陽極接合される部分は幅 $W2n$ の開口部を挟んだ陽極接合領域 l_1 と l_2 の範囲である。次に陽極接合領域 l_1 、 l_2 において生じる陽極接合力および電極2に生じる反力について図5を参照して詳細に説明する。

【0092】図5は絶縁被膜2aに対して生じる陽極接合力 F_{fab} と電極2より生じる反力 F_{el} の関係を説明するもので、陽極接合力 F_{fab} の大きさは電極圧縮による反作用として生じる反力 F_{el} に比べて $F_{fab} \gg F_{el}$ となるように電極2の大きさを設計し、常に反力 F_{el} には静的単純圧縮が掛かるようにする。

$$F_{fab}/F_{el} = \frac{\sigma_{tab} \times \{W3 \times (l_1 + W2n + l_2) - W2n \times W2n\}}{E \times (\Delta h/h) \times W2 \times W2}$$

【0097】電極2の材質としてアルミニウムを採用した場合 $E = 6300 \text{ kgf/mm}^2$ を代入すると F_{fab}/F_{el} は以下の式で表される。

$$F_{fab}/F_{el} = \frac{4 \times \{W3 \times (l_1 + W2n + l_2) - W2n \times W2n\}}{6300 \times (\Delta h/h) \times W2 \times W2}$$

【0099】電極2の破断強度は 7 kgf/mm^2 であるから、電極2が圧縮力を受けた時塑性変域内で変位させるようにすると、 $\Delta h/h$ として取り得る値は、 1.1×10^{-3} 以下となる。そのため、破断強度を2倍の余裕を★

$$F_{fab}/F_{el} = 1.27 \times \frac{\{W3 \times (l_1 + W2n + l_2) - W2n \times W2n\}}{W2 \times W2}$$

【0101】ここで、 $W3 \geq W2n \geq W2$ であることから、 $W3 \approx W2n \approx W2$ とすると最小の F_{fab}/F_{el} が以下の式から得られる。

【0102】

【数4】

$$F_{fab}/F_{el} = 1.27 \times \left(\frac{l_1 + W2n + l_2}{W2} - 1 \right) > 1$$

【0103】従って、上式の条件を満足すれば良く、図4に示す様に $(l_1 + W2n + l_2)$ を $W2$ より大きくす

18

*【0093】また、陽極接合領域 l_1 と l_2 とは等しくないために図5ではトータル陽極接合力 F_{fab} の中心に反力 F_{el} が来るように描いていないが理想的には F_{el} が F_{fab} の中心、即ち電極2がインナーリード4aの陽極接合部の中心に来るようにするのが望ましい。しかし、電極2にモーメントと圧縮が掛かっても良い設計事項であれば、 F_{el} を F_{fab} の中心外に設けても良い。

【0094】陽極接合された時、電極2に生じる反力 F_{el} は $\Delta h/h$ に比例した $F_{el} = E \times (\Delta h/h) \times W2 \times W2$ で表される。ここで、 E は電極2を構成する材料物性で決まる弾性率（ヤング率）を示す。

【0095】陽極接合力 F_{fab} は絶縁被膜2aであるホウ珪酸ガラスとシリコンとを接合させた時の接合面の引張破断強度の実測結果であり、ガラス母材の破断を示す程強固に接合されている。そのため陽極接合強度 $\sigma_{fab} \geq 4 \text{ kgf/mm}^2$ と考えられるので陽極接合による接合力 $F_{fab} = \{W3 \times (l_1 + W2n + l_2) - W2n \times W2n\} \times \sigma_{fab}$ となる。今、陽極接合力と反力の比を F_{fab}/F_{el} を考えると、この値は1より大きくななければならない。ここで、 F_{fab}/F_{el} は以下の式で表される。

【0096】

【数1】

*【0098】

【数2】

★もって設定し、 $\Delta h/h = 5 \times 10^{-4}$ として各部の寸法を決めると F_{fab}/F_{el} は以下の式で表される。

【0100】

【数3】

ことは可能である。

【0104】本実施例では以上の条件を満足する様に、 $W3$ 、 $l_1 + l_2 + W2n$ 、 $W2$ を決定する $(W2n - W2)/W2 \geq \nu \times \Delta h/h$ の関係から $\Delta h/h$ をアルミ電極の場合 5×10^{-4} とした場合に $\nu = 0.33$ より、 $W2n > 1.000165W2 = W2 + 1.65 \times 10^{-4} \times W2$ となる。そのため、 $W2n$ を $W2$ より大きくする場合には、 $W2n$ の寸法は $W2$ の 1.65×10^{-4} 倍となり電極2の寸法より微小な大ききで開口部を形成すれば良いことになる。

(11)

19

【0105】 $\Delta h/h = 5 \times 10^{-4}$ を採用すると、絶縁被膜2aの厚さは $h - \Delta h = 0.9995 \cdot h$ にする必要がある。一般に絶縁被膜2aの厚さを $25 \mu m$ とすると、電極の高さを $h = 25.0125 \mu m$ に設計すればよく、絶縁被膜2aの厚さに 125 \AA 嵩上げたものを作る。

【0106】以上は電極2の構成材料の塑性変形領域で $\Delta h/h$ を設計して $\Delta h/h = 5 \times 10^{-4}$ になる様に寸法を決めたために、絶縁被膜と電極の高さの差が $25 \times 5 \times 10^{-4} = 125 \times 10^{-4} \mu m$ と小さくなったので製造上に精度良く電極2の高さを作り込む必要がある。

【0107】塑性変形領域を越えて電極2を使用する時*

$$F_{\text{fab}}/F_{\text{el}} = \frac{1.27 \times \{W3 \times (l_1 + W2n + l_2) - W2n \times W2n\}}{W2 \times W2}$$

【0110】そして、 $F_{\text{fab}}/F_{\text{el}}$ の値を大きくするには、 $W2$ をできる限り小さくし $W3$ をできる限り大きくすることが効果的である。図9は図8におけるアア断面図、図10は図8に於けるイーイー断面を示す。図8～図10は陽極接合する工程でインナーリード4aの縦方向の中心と半導体チップ1の表面に設けられた電極2の接合中心は一致した状態を示しているが、アセンブリ工程では図8に示す中心線イーイーのズレ、中心線アアのズレを考慮する必要がある。

【0111】これらのアセンブリ誤差を生じたとしても電極2はインナーリード4aが陽極接合される範囲から逸脱しないことを考えて各部の寸法を決めたものである。図8～図10において電極2の一边の寸法を $W2 = 50 \mu m$ 、開口部の一边の寸法を $W2n = 51 \mu m$ 、絶縁被膜2aの厚みを $h - \Delta h = 25 \mu m$ 、インナーリード2aの幅を $W3 = 300 \mu m$ 、各陽極接合領域である $l_2 = 400 \mu m$ 、 $l_1 = 400 \mu m$ として F_{fab} 、 F_{el} を求める。

【0112】その結果、 $F_{\text{fab}} = 1.01 \text{ kgf}$ の陽極接合力を有し、電極圧縮による反力 $F_{\text{el}} = 7.88 \text{ gf}$ となる。この時電極2の接触面の面圧は 3.15 kgf/mm^2 で電氣的導通を得るためには十分な面圧と言える。そして、 $F_{\text{fab}}/F_{\text{el}} = 128.2$ となり十分な接合力を得ることができる。尚、図10では陽極接合部長さ l_1 と l_2 が異ならせ、電極2は1個のものを説明したが、複数個にしても良いことは言うまでもない。

【0113】図11は陽極接合方法でインナーリード4aと半導体チップ1を接合した状態を半導体チップ1の上面より見た平面図を示す。この図から明らかなように、インナーリード4aの先端は半導体チップ1の表面を電極2を越えて引延される。そして、インナーリード4aの先端を塗り潰した部分で陽極接合が行われる。従来のワイヤボンディング法を用いたインナーリード4と半導体チップ1を接合した様子を示す図49と本実施例による陽極接合方法とを対比して説明すると、陽極接合方法

20

*は、製造上の精度を落として電極高さを調整することができるために、電極2の接触面を図6の(a)に示すように球状にするか、図6の(b)に示すように示す台形状にすると良い。或いは、後述するが、図7、図8に示すように電極面に球状の軟性導体(半田等)を載置し、この軟性導体を介してインナーリードと電極との電氣的接続をとっても良い。

【0108】尚、ここで図8に基づき下式による $F_{\text{fab}}/F_{\text{el}}$ 値を1より大きくするために、 $W3 > W2$ にした場合の半導体チップ1に平面図を示す。

【0109】

【数5】

を用いると金線5、ダイパッド41、及び吊りリード42は不必要となることが容易に理解できる。

【0114】図12は半導体チップ1の表面に配置された電極2と電極2の部分に開口部を形成した絶縁被膜2aを示す。ここで注意すべきことは絶縁被膜2aを付着した半導体チップ1の表面は全て陽極接合可能領域であり、インナーリード4aが陽極接合されない陽極接合可能領域も目的によって自由に使用できるのが特徴である。

【0115】実施例2。上記、実施例1では電極2の接触面の形状を球状や台形状を示したが、ピラミッド形や、エッチングして形成する時のサイドエッチを利用した変形電極でも形状に拘わらず本文で述べた条件を満たせば効果は同じである。これは、陽極接合が完了した時にインナーリード4aと電極2aとの間で電氣的導通に供される面積が必要最小限であれば良い。この場合、例えば図6の(b)に示すように接合により押し潰される電極2aの接触部分は塑性領域を越えて破線で示すように変形するが、電氣的な導通のみ行えば良い。

【0116】そして、電極2の物性の選択を適確に行えば、電極2が圧縮による塑性変形を起こしても電極2とインナーリード4a間の電氣的導通を正常に維持できる。最悪でも金線5を熔融し、この熔融した金線5を電極であるアルミと再結合させるワイヤボンディングによる方式より安定な接合が得られる。その理由は、陽極接合により、インナーリード4aを電極部5以外の部分で充分強固な機械的接合が行われているためである。

【0117】実施例3。上記実施例1では電極2の接触面を球状にするか台形状にしたが、絶縁被膜2aと電極2との間の押潰寸法量 Δh を多く大きく確保するために、図7の(a)に示すように電極2に低弾性係数を有する例えば、金、半田等の導電性の小球2Aを設けることが有効である。同図において2Bは陽極接合された時に、図示しないインナーリードによって小球2Aが押し潰されてインナーリードと電極2が接合されて導通状

21

態になった状態を示す。

【0118】図7の(a)においては、電極2は絶縁被膜2aの開口部においてシリコン基板より突出させたが、図7の(b)は開口部において電極2をシリコン基板表面に露出させて電極2を絶縁被膜2aの表面から(h-Δh)だけ低い位置にあることを示す。この結果、図7の(a)に示す導電性の小球2Aより、電極2aの厚み分だけ大きな径の球状体2Cを嵌入することができる。この時押し潰された後の形状2Dが半径Rで高さ(h-Δh)の円筒と仮定すると導体球σとの関係は以下の式で表される。

【0119】

【数6】

$$R = \sqrt{\frac{4r^3}{3 \times (h - \Delta h)}}$$

【0120】ここで、球の半径rを絶縁被膜2aの厚さ*

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{\Delta r}{r} = 2 \cdot \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta(h - \Delta h)}{(h - \Delta h)}$$

$$(C) \text{ より } \frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{2} \times \left\{ \frac{1}{3} \cdot \frac{\Delta r}{r} - \frac{\Delta(h - \Delta h)}{(h - \Delta h)} \right\} \dots (D)$$

【0123】数7の(C)式を展開した(D)式より、電氣的接合すべき面の半径の変化率は、(D)式の右辺で表される。即ち、 $\Delta r / r = \pm 10\%$ 、 $\Delta(h - \Delta h) / (h - \Delta h) = \pm 10\%$

とすれば、 $\Delta R / R$ は6.7%しか変わらないので精度の良い電氣的接合が可能であることは明らかである。即ち、小球2Cの製造精度と、絶縁被膜2aの製造精度が10%宛有ったとしても、押し潰された後の電氣的接合に供する部分の半径の誤差は6.7%と小さいことを意味する。

【0124】(A)式では $(4/3) \pi r^3 = V_{\text{Ball}}$ であるから、 $V_{\text{Ball}} / \pi \times (h - \Delta h) = R^2$ となり、ボールの体積に大小があった時で、且つ、絶縁被膜厚さ寸法(h-Δh)にも誤差があった時に $\Delta R / R$ は、以下の式で表される。

【0125】

【数8】

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{\Delta V_{\text{Ball}}}{V_{\text{Ball}}} - \frac{\Delta(h - \Delta h)}{(h - \Delta h)} \right\}$$

【0126】従って、 V_{Ball} は球状でなくてもある体積を有する導電性の介在物であればパンプでも良く、電極を積層したものでも良く、リードフレームから電極2に向けて導電性質を突出させても良い。要は V_{Ball} になる導電性物質を電極2とインナーリード4aの間に介在させれば同様の効果があげられる。図6、図7において、電極2を理想的な寸法で構成する方法を述べたが、実際

(12)

22

* (h-Δh)と同じとすると、押し広げられた形状2Dの径は $R = 1.155r$ となる。即ち、嵌入された小球2Cの半径rは押し潰される前に比較して15.5%Rは大きくなるに過ぎない。このことから、絶縁被膜2aの厚さ(h-Δh)は、製造精度を上げなくても製作可能である。

【0121】また、このことは絶縁被膜2aの電極開口部の寸法W2nを、最大でも径Rより大きく形成すれば良いため、球2Cの半径rと絶縁被膜2aの厚さ(h-Δh)により形状2Dの径Rがどれだけ変化するかは $(4/3) \pi r^3 = (h - \Delta h) \cdot \pi \cdot R^2 \dots (A)$ 両辺を微分し

$$4\pi r^2 \cdot \Delta r = 2\pi(h - \Delta h)R \cdot \Delta R + \pi \cdot R^2 \cdot \Delta(h - \Delta h) \dots (B)$$

(B)式と(A)式の比をとれば以下の式のようになり、

【0122】

【数7】

$$\dots (C)$$

に陽極接合を行うと、電極2の反力 F_{el} が大きくインナーリード4aによって電極2をΔh分押し潰し得ないと陽極接合する部分に未接合部分を生じる。

【0127】但し、陽極接合する面積が十分に広ければ電極1近傍に未接合部分があっても、接合された部分で充分インナーリード4aと半導体チップ1との機械的結合強度が確保できる場合は、Δhの精度を考慮せずを通常の方法で設定しても充分である。

【0128】実施例4. また、電極部の導電性物質介在物については、図7の(a)、(b)では完全球状の小球2A、2Cで説明したが、上記実施例3で述べた条件を満たせば、直方体や立方体等の不規則形状体であっても同じ効果を生じる。物性値に関してもアルミニウム、半田、金等の展延性の高いものとか、水銀の様な液状導電物質や導電性樹脂でも良い。

【0129】しかし、半導体チップの材質がシリコン、GaAsであると、これら材質の弾性率より高いもので導電性物質介在物を形成すると半導体チップが破断するので、半導体チップの材質の弾性率Eより小さい弾性率の材質で導電性物質介在物を形成するのが望ましい。また、金属以外であれば導電性樹脂等でもよい。但し、押し潰した時の直径が絶縁被膜2aの開口部寸法W2nを越えて流出するものは好ましくない。

【0130】図13は本実施例による接合方法を用いれば、従来に、電極2の大きさで決まっていた隣接する電極2間のピッチがより狭ピッチにでき、チップの小形化が可能となることを説明する半導体チップ1表面の一部

拡大図である。同図における配線導体21間寸法Aと従来の接合法を用いる場合のA寸法を図51を対照して説明する。

【0131】図51では電極2間のピッチAは、電極2の寸法Dや開口部の寸法Eにより決まる。しかし本実施例による陽極結合方法でインナーリード4aと半導体チップ1を結合するにすれば、図13に示す電極2の各寸法B、D、開口部の各寸法C、Eは小さくできる。これは、各インナーリード4a間のA寸法を非常に小さくすることができるということに外ならない。このように寸法B、Dを小さくできるということは、電極2としてインナーリード4aと最低限の電氣的接合がとれる面積があればよく、インナーリード4aとの機械的結合強度を高めるために広い面積を確保する必要がないからである。

【0132】尚、ここで電極2の面積と全インナーリード4aの陽極接合面積の関係について図13と前述した図8と図12を参照して説明する。図12において、半導体チップ1の表面において陽極接合される絶縁被膜2aの面積は、図8に示す寸法 l_1 、 l_2 、 $W3$ 、 $W2n$ 、 $W2$ を用いて表せば、 $\{W3 \times (l_1 + W2n + l_2) - W2n \times W2n\}$ となる。そして、陽極接合領域は電極2の個数19に合わせて19箇所あるため、陽極接合される絶縁被膜2aの全面積は $19 \times \{W3 \times (l_1 + W2n + l_2) - W2n \times W2n\}$ となる。

【0133】そして、電極2の個々の面積は $19 \times W2n \times W2n$ であることから、電極2の面積を小さくすれば陽極接合領域の面積は大きくなり、機械的接合力 F_{fab} も大きくなる。電極2の面積を決める $W2n$ は図13に示すD寸法と等価であるので、D寸法が小さくなればA寸法を小さくできることを意味している。従って、 $W2n$ 若しくはD寸法を小さくすることは半導体チップを縮小化すると共に、機械的接合力 F_{fab} を大きくする目的を達成するための最も重要な要素である。

【0134】実施例5. 図14の(a)は本実施例の陽極接合法により、モールド樹脂を用いないで半導体装置を構成した例を示したもので、モールドレスQFPパッケージを示す。図14の(b)も同じく本発明の陽極接合を用いてモールド樹脂を用いないで半導体装置を構成したことを示したもので、モールドレスQFPパッケージを示す。ここで、各図に示す一点鎖線は半導体チップ1を外環境から保護するために必要であれば施すモールドの範囲を示す。

【0135】陽極接合法を用いて半導体装置を製造することで、インナーリード4aを半導体チップ1の表面に直接接合して固定し、インナーリード4aの先端部分を電極に押圧して電氣的接合をとることができるため、従来のワイヤボンディング方式で製造した半導体装置のように金線5部分の保護およびインナーリード4を固定するためのモールド樹脂は必要なくなる。また、外部リ

ード44は半導体チップ1のエッジ部分より直接下方へ折曲できるため、不要となったモールド樹脂の分だけ、半導体装置の形状を小型化できる。

【0136】図15の(a)は同じくモールドレスSOP (Small Outline Package) TYPE Iを示す。SOP TYPE IIは図示を省略している。図15の(a)では半導体チップ1がフェースアップで実装される様に、外部リード44をガルウイング形状にしたものを示しているが、半導体チップ1がフェースダウンで実装できる様に、ガルウイング形状を点線で示すように上方に曲げて形成しても良い。

【0137】図15の(b)は同じくモールドレスJベンドリード44を示し、外部リード44を半導体チップ1のエッジに沿って下方に折曲できる様子を示している。同図15に示すJベンド外部リード44もガルウイング形状同様に逆ベンドJリードで作ることも可能である。

【0138】図16の(a)は、モールドレスでガルウイング外部リード44を形成したQFPパッケージをフェースアップ実装するものを示す。図面は省略しているがSIL, DIP共に従来のパッケージ、全てに対して応用できる。図16の(b)は、モールド樹脂8によって図16の(a)に示す外部リード44の先端位置までモールドした状態を示す。このモールド樹脂8による外装で外部リード44の平坦度の精度が良くなるという効果がある。

【0139】図17は本実施例による陽極接合法を半導体装置に応用した一例を示している。従来の接合法で作った半導体装置を示す図43と比較して、金線5、ダイパッド41及びダイボンダ材6は図17では不必要であることが解る。又、半導体装置を、一点鎖線で示す位置までモールド樹脂8で外装することも可能である。

【0140】図18はLOC (Lead On Chip) タイプに本発明の陽極接合法を用いた場合を示す。図19は陽極接合部が解る様に図18のウーウ線で断面した断面図を示す。41'は放熱板を示す。従来のLOCタイプを示す図54の(a)、(b)と対照して分かるように、金線5を介して電極2とインナーリード4を接続するのは異なり、電極2に対してインナーリード4aを直接接合するため信頼性の高いLOCタイプの半導体装置を得ることができる。図19の一点鎖線で示す位置まで半導体装置をモールド樹脂8で外装することも可能である。

【0141】また、図20及び図21には陽極接合法を用いることにより、ダイパッド41を省略してLOCパッケージを得ることができる例を示す。これは、半導体チップ1に直接接合されたインナーリードをモールド樹脂8により固定することで、半導体チップ1を支持するダイパッド41が省力できる。

【0142】図22にはTCPパッケージに陽極接合を用いた一例を示す。従来のTCPパッケージを図55の

(14)

25

(a), (b) に比較してリードとチップの接合が強固にできることを示している。図23は、接合部をより詳しく拡大した図面を示す。図24は高出力ICに陽極接合を用いた一例を示す。図25は接合部をより拡大した図面を示す。同図に於いて41'は放熱板を示す。

【0143】実施例6. 上記、各実施例ではリードフレーム4を陽極とし半導体チップ1を陰極にして陽極接合を行ったが、リードフレーム4を陰極とし半導体チップを陽極にして陽極接合を行う場合について説明する。先ず、半導体チップ1を陽極とする場合に、図26に示すように半導体チップ1上に付着されたパッシベーション絶縁膜にシリコン基板に到達するスルーホール2Tを、半導体チップ1上の電極2を避けた端部に設ける。

【0144】スルーホール2Tを設けた後に、金属皮膜2mをパッシベーション絶縁膜2iの上に付着する。この結果、金属皮膜2mがスルーホール2Tに堆積されてシリコン基板と金属皮膜2mが導通する。このように金属皮膜2mが付着されたならば、電極2が存在する位置の周囲に一边の寸法がH1の正方形の開口部を金属皮膜2mに対して設けてパッシベーション絶縁膜2iを露出させる。

【0145】次に、この開口部において、同じく電極2が存在する位置の周囲に一边の寸法がH2の正方形の開口部を露出させたパッシベーション絶縁膜2iに対して設けて電極2を露出させる。ここで、開口部の寸法H2は後述するインナーリード4aの先端部に設けた四角形の電極突起部2Pの一边の寸法に合わせて決定する。寸法H1は電極突起部2Pが電極2に押圧されて塑性変形した場合の押し潰れ幅に対応して決定する。

【0146】次に、リードフレーム4を陰極として陽極接合を行う時のリードフレームの形成方法を図27を参照して説明する。同図において、インナーリード4aの先端の陽極接合領域に、半導体チップ1上の電極2の位置に合わせて一边の幅がP ($P < H2$) の四角形の電極突起部2Pが設けられている。更に、陽極接合領域には電極突起部2Pを避けて絶縁被膜2aが付着されている。

【0147】図28は図26に示す半導体チップ1を陽極とし、図27に示すインナーリード4aを陰極として陽極接合が完了した時の状態を示す断面図である。同図において、インナーリード4aに設けた絶縁被膜2aの厚さ、半導体チップ1の表面に設けられたパッシベーション絶縁膜2iの厚さ、及び金属膜2mの厚さの合計寸法は、リードフレーム4に設けた電極突起部2Pの厚さ寸法及び半導体チップ1に設けられた電極2の厚さの合計寸法より Δh だけ小さくなる様に構成することで、インナーリード4aを半導体チップ1に陽極接合した時、電極突起部2Pは電極2に対し Δh だけ圧縮されて接合される。

【0148】実施例7. 上記、実施例6はインナーリー

26

ド4aの陽極接合領域に設けた電極突起部2Pを半導体チップ1上の開口部底面に露出した電極2に圧接するようにしたが、電極2を突出させ、この突出させた電極2をインナーリード4aの陽極接合領域に圧接させても良い。

【0149】図29は、一边の寸法がPの四角形の電極2の上面を、半導体チップ1のパッシベーション絶縁膜2iに付着させた金属皮膜2mの最上面より突出させ、パッシベーション絶縁膜2iには電極2を中心に一边の寸法がH1の開口部を設けた構成を示す半導体チップ1の断面図である。他の構成に関しては図26と同様である。

【0150】図30はインナーリード4aの構成を示す斜視図であり、このインナーリード4aの陽極接合領域には加熱するとわずかに導電性を帯びる絶縁被膜2aを付着すると共に、絶縁被膜2a上に電極2と接合して導通をとるべき位置に開口寸法H2の凹部からなる開口部を設けている。開口部の底にはリードフレーム4の表面が存在する。

【0151】図31は、図29に示す半導体チップ1を陽極とし、図30に示すインナーリード4aを陰極として陽極接合完了した時の状態を示す断面図である。同図において、絶縁被膜2a、パッシベーション絶縁膜2i、及び金属皮膜2mの厚さの合計寸法は電極2の厚さの合計寸法より Δh だけ小さくなるように構成することで、インナーリード4aを半導体チップ1に陽極接合した時、電極2においては電極突起部2Pと電極2は Δh だけ圧縮変形されて電氣的接合される。

【0152】実施例8. 上記、実施例7ではインナーリード4aと半導体チップ1とを陽極接合してインナーリード4aと半導体チップ1上の電極とを圧接することで電氣的接合したが、配線絶縁基板に半導体チップ1を陽極接合することで配線絶縁基板に半導体チップ1を複数同時に実装してもよい。

【0153】図32は配線絶縁基板に半導体チップを陽極接合する方法を説明する斜視図である。図において、3A~3Cは半導体チップ1上に離隔配置された電極である。この電極3A~3Cの表面は、チップ表面に付着された絶縁被膜2aの表面より Δh だけ突出している。

【0154】70は配線絶縁基板であり、この配線絶縁基板70上には半導体チップ1に設けられた電極3A~3Cと圧接される導体配線3AA~3CCに加えて絶縁被膜2aと陽極接合される導体配線と同材料(銅箔板)の陽極接合片導体4A及び4Bがパターンニングされている。

【0155】以上のように構成された半導体チップ1の電極3A, 3B, 3Cを配線絶縁基板70の導体配線3AA, 3BB, 3CCと一致する様に位置合わせを調整する。この時、図33に示すように、電極3A~3Cは導体配線3AA~3CCに対向するように位置を設定

(15)

27

し、陽極接合導体片4A及び4Bは半導体チップ1の表面上に設けられた絶縁膜2aに対向するように位置を設定する。

【0156】位置合わせが終了した後半導体チップ1を配線絶縁基板70に重ね合わせて半導体チップ1に図示しない直流電圧源の陰極を接続し、陽極接合片導体4A及び4Bに直流電圧源の陽極を接続した状態で陽極接合導体片4Aを加熱すると、図34に示すように陽極接合が陽極接合導体片4A、4Bと、半導体チップ1上に設けた絶縁被膜2aとの間で行われる。

【0157】この結果、導体配線3AA~3CCは電極部3A~3CよりΔhの圧縮を受け電氣的な接合がなされる。更に、半導体チップ1と配線絶縁基板70は絶縁被膜2aと陽極接合導体片4A及び4Bとの間で強固に接合される。

【0158】実施例9. 図32、図33では配線絶縁基板70側に陽極接合片導体4A及び4Bを形成し、半導体チップ表面に絶縁被膜2aを設けて陽極とした状態で陽極接合を行ったが、逆に配線絶縁基板側70を陰極として、半導体チップ側を陽極とするためには、図29で示す様に、電極2の周囲の電気絶縁膜に電極2と十分な絶縁をとって陽極接合導体片(金属皮膜)を付着する。そして、配線絶縁基板70には配線導体3AA~3CCを避けて絶縁被膜2aを付着する。

【0159】その後、半導体チップ1の電極2と配線絶縁基板70の配線導体3AA~3CCとの位置決めを行ったならば双方を重ね合わせて半導体チップ1に図示しない直流電圧源の陽極を接続し、陽極接合片導体4A及び4Bに陰極を接続して絶縁被膜2aと陽極接合導体片4A及び4Bとの間の陽極接合を行い電極2aと配線導体3AA~3CCの電氣的接合を行う。

実施例10.

【0160】図35の(a)~図35の(c)は本実施例による陽極接合法で半導体装置を製作する場合のリードフレームの構成を示す平面図と詳細図である。図35の(a)はリード群を8個連続に構成した例を示す。そして、3はリードフレーム枠を示す。図35の(b)は、図35の(a)における“ア”の部分拡大した図である。図において、3はリードフレーム枠、4aは半導体チップに接合される先端を省略して示したインナーリード、44はアウターリードを示す。図35の(c)は図35の(b)で省略して示したインナーリード4aの先端部のインナーリード群を示す。

【0161】図35の(c)において4はインナーリードを示すが、インナーリードの先端は目視されたものより、中心側迄延長しても良いが、従来のインナーリードを示す図42と対照して示すため簡略して示している。図35の(a)では、ダイパッド41及びダイパッドを支える吊りリード42を必要としない。そのためインナーリードの間隔は拡大して余裕をもって作ることができ

28

る。また、ダイパッド41がないため中央部は自由にインナーリードを引き回しすることができる。

【0162】加えて従来のインナーリード4aの先端部分は金線を超音波熱圧着するために、高価な銀メッキを施す必要があったが、陽極接合法を用いれば、高価な貴金属メッキは必要なく、インナーリード4a表面の平面度が確保されていれば表面に金属酸化膜は有っても陽極接合上何ら問題なく強固な接合を半導体チップ1に行うことができる。

10 【0163】図35の(a)において、吊りリードがない部分に隙間を設けて描かれているが、本実施例による陽極接合を行う時に用いるリードフレームの場合、半導体チップ四辺に配置された電極2に対応した位置にインナーリード4aの先端を配置することができる。そして、少なくとも従来は吊りリードの位置にはインナーリード4aの先端を配置することができなかったが、その制約はなくなる。

【0164】実施例11. 陽極接合される複数の半導体チップ1を複数個同時にインナーリード4aの正常な位置に配置する治具として図35の(a)~(c)に示すリードフレームを用いてもよい。その場合、図35の(a)に示すリードフレーム3をリードフレーム枠に空けられたリードフレーム送り用のピッチ穴に合わせて2枚重ねる。上側に置かれたリードフレーム3のインナーリード4aを半導体チップ1の外周形状に合わせて上方に直角に屈折しておく。また、下方に置かれたリードフレーム3の各インナーリード4aの先端は図3の黒く塗り潰した部分のように半導体チップ1上の電極2位置に相当する位置まで延長させて置く。

30 【0165】この状態で半導体チップ1の配線面を下にし、屈折されたインナーリード4aに沿って下方のリードフレーム3のインナーリード4a上に落とす。この結果、各電極2と陽極接合されるインナーリード4aとは位置ずれを起こすことなく正確に位置決めされる。この治具を使用すると、多数のチップを同時に陽極接合が可能となり効率の良い半導体製造作業が行える。

【0166】実施例12. 図36の(a)は陽極接合法を多層積層基板の作成に応用できることを示したもので、多層絶縁基板70は71、72、73、74、75の5枚の絶縁基板で構成されと共に、各絶縁基板71、72、73、74、75の各々には配線76、77、78、79、80、81が配置されている。図36の

(a)では絶縁基板71に対する配線76を示す。同時に本実施例による陽極接合法を用いた多層積層基板を構成するために、各絶縁基板71、72、73、74、75の各々に陽極接合片76'、77'、78'、79'、80'、81'を設ける。図36の(a)では絶縁基板71に対する陽極接合片は76'で示す。

【0167】例えば、絶縁基板71の表面に陽極接合辺76'を形成する場合、絶縁基板71の全面に銅箔板

(16)

29

を貼り合わせた後エッチングにより導体配線76をパターンニングする。パターンニングを残すためにパターンニングの周囲を最小絶縁距離の幅を取ってエッチングして描くと、導体配線76の間隔が狭い部分の銅箔板はエッチングされてしまうが、導体配線間の間隔が広い部分の銅箔板は各導体配線間に切り残され図36の(a)に示すように陽極接合片76'となる銅箔板が広い範囲に亘って残ったり、場所により76'A, 76'B, 76'Cに示す様な離れ小島状に銅箔板が残る。そして、残された銅箔板に絶縁被膜を付着して陽極接合片を形成する。その時76', 76'A, 76'B, 76'Cはスルーホールを用いて導通し同極性になるようにする。

【0168】図36の(b)はスルーホール部の拡大図を示す。同図において導体配線76, 77, 78, 79, 80, 81は黒の塗り潰しで示す。陽極接合片は76', 77', 78', 79', 80', 81'は白抜きで表す。同図は導体81, 78, 77を導通するスルーホールの例を示す。

【0169】次に、これら絶縁基板71~75を積層して多層絶縁基板70を作成する過程を説明する。絶縁基板73の上面に導体配線78と陽極接合片78'他を作ると共に導体配線79と陽極接合片79'を焼成、エッチングにより作る。絶縁基板72に導体配線77と陽極接合片77'を焼成、エッチングにより作る。絶縁基板74には導体配線80と陽極接合片80'を焼成、エッチングにより作る。絶縁基板71には導体配線76と陽極接合片76'を焼成、エッチングにより作る。絶縁基板75には導体配線81と陽極接合片81'を焼成、エッチングにより作る。

【0170】各絶縁基板71~75を積層する際には、絶縁基板73を陽極として、その上側に絶縁基板72を、絶縁基板74を絶縁基板73の下側に重ねて絶縁基板72及び74を陰極とし加熱しながら直流電圧を印加して絶縁基板73の陽極接合片78'と絶縁基板72を接合すると同時に、絶縁基板72の陽極接合片79'と絶縁基板74を陽極接合する。

【0171】各絶縁基板72, 73, 74が陽極接合されて3層基板が形成された後は、この3層基板を陽極とし、この上側に絶縁基板71を、下側に絶縁基板75を敷いた状態で、絶縁基板71と絶縁基板75を共に陰極として加熱しながら直流電圧を印加して陽極接合する。この時、絶縁基板72の陽極接合片77'と絶縁基板71が陽極接合され、絶縁基板74の陽極接合片80'と絶縁基板75が陽極接合され6層基板を完成することができる。

【0172】この方法で形成した積層基板であれば、陽極接合片はアース面として利用することができるため特別なアース層を設けることなく配線層を減少することができる。また、陽極接合片は電磁シールドとして利用することも可能である。

30

【0173】実施例13. 図37の(a)は、半導体装置の外部リード44を陽極接合により配線基板やマザーボード基板に実装する時の状態を示した半導体装置の斜視図である。図において、90は所定の重量を有した金属板である。この金属板90の内部には表面形状が正方形のQFPパッケージを用いた半導体の表面形状に合わせた開口部がもうけられており、この開口部に半導体装置の上部表面を通すと開口部の各辺は外部リード44の先端折り曲げ部分の接合部44aに所定の荷重を掛けて載置される。

【0174】このように各外部リードの先端折り曲げ部44aを配線基板上の各配線導体上に載置した後に、金属板90を接合部44aに載置すると金属板90は外部リード44に対して同一電極になると共に、荷重を掛けて載置されるため接合部44aの平坦度を矯正することができる。

【0175】図37の(b)は、表面形状が長方形のSOPパッケージを用いた半導体装置の外部リード44を陽極接合により配線基板やマザーボード基板に実装する時の状態を示した半導体装置の斜視図である。図において、90Aは所定の重量を有した金属板である。この金属板90Aの内部には半導体の表面形状に合わせた開口部がもうけられており、この開口部に半導体装置の上部表面を通すと開口部の各辺は外部リード44の接合部44aに所定の荷重を掛けて載置される。尚、金属板90Aの使用法に関しては金属板90と同様である。また、金属板90aの形状に関してはコ字状であっても良く、要は総ての接合部44aに所定の荷重を掛けて金属片が載置されれば良い。

【0176】次に接合部44aの配線導体に対する陽極接合について詳細に説明する。本実施例では接合部44aの接合面を配線導体に対して機械的強度を分担する領域Aと、配線導体に対して電気的接合を分担する領域Bを定義し、領域Aには加熱すると僅かに導電性を帯びる絶縁被膜4aを付着し、領域Bには何等付着せずに配線導体との導通を保つ。

【0177】このような状態で各接合部44aを対応する配線導体上に載置した後に金属板90の各開口部辺を各接合部44a上に荷重を掛けて載置し、この金属板90により各接合部44aに直流電源電圧の負電位がかかるようにする。この時、全配線導体は直流電源電圧の正電位がかかるように配線パターン作成時に短絡されている。そして、陽極接合後は短絡状態を解除する。

【0178】各電位の印加準備が整ったならば、接合部44aを加熱しながら直流電源電圧によって配線導体より金属板90に正電流を流して接合部44aの接合面と配線導体との間に陽極接合を行なわす。この結果、領域Aと配線導体との間に静電接合力と化学結合力とが発生して陽極接合がなされ、領域Bと配線導体との間で陽極接合に伴って電気的接合がなされる。電気的接合がな

(17)

31

れる時、領域Bの接合面が弾性変形、塑性変形するように構成し、その変形する時の力で接合部44aを配線導体に圧接接合させる。

【0179】尚、A領域及びB領域に関しては、半導体チップ1とインナーリード4aとを陽極接合する場合に半導体チップ1の表面全領域で電極2を配置された領域をB領域、電極2を配置された以外の表面領域をA領域として説明している。

【0180】実施例14。また、図37の(a)。

(b)によって説明した上記実施例では外部リードを陰極、配線導体を陽極として外部リード44を配線導体に陽極接合する場合の治具について説明した。しかし、同様の治具を用いて半導体チップ1の外部リード44を陽極とし配線導体を陰極とし外部リード44を配線導体に陽極接合することも可能である。その場合、例えば図36に示す積層絶縁基板70にパターンニングされた上下10個の外部リード接続部のほぼ半分に絶縁被膜4aを付着してハッチングで示される電気絶縁膜76'部分につなげる。この時、電気絶縁膜76'には絶縁被膜4aを付着する。

【0181】次に、図37に示すように外部リード接続部に半導体チップ1の接合部44aを載置し接合部44aを金属板90で押さえ付ける。この時、金属板90には正電位がかけられ、配線絶縁基板70の絶縁被膜4aには負電位がかかった状態で配線絶縁基板70を加熱することで外部リード44の接合面と外部リード接続部が陽極接合される。尚、外部リード接続部で絶縁被膜が被着されていない部分に突起部を設けることで、陽極接合の際に外部リード44の接合面と外部リード接続部との電気的接続が向上する。

【0182】実施例15。また、図37の(a)。

(b)では外部リード44を半導体チップ1の外周より外側迄引き出し、その先端の接合部44aを配線導体に陽極接合しているが、同図に示すインナーリード4aを陽極接合された部分(ハッチング部分)を残して切り落とし、半導体チップ1上に残されたインナーリード4aの表面と配線導体とを陽極接合しても良い。この結果、外部リード44の延長分だけ回路の実装面積が増える。

【0183】実施例16。他の応用例として、現状のワイヤボンダ接続方式を採用する半導体に於いてもチップをリードフレームのダイパッド部に陽極接合する方法もある。この時半導体チップの裏面に絶縁膜2aを被覆して半導体チップ側を陰極とダイパッド部を陽極として陽極接合する方法と、フレームダイパッド部表面に絶縁被膜2aを被膜してリードフレームのダイパッド部を陰極と半導体チップを陽極として陽極接合する方法とがある。

【0184】実施例17。ボールグリッドアレイを用いた半導体装置を配線基板に実装する際に陽極接合方法を用いることで、実装作業が簡易化されるという効果があ

32

る。図38の(a)は外部接続用リードの代わりにボールグリッドアレイを用いた半導体装置の斜視図である。同図の(b)は半導体装置の底面を示す斜視図であり、底面にはボール状のバンプBがマトリックス状に配置されている。これらバンプBは半導体チップ1上の各電極と接続されている。

【0185】同図の(c)は同図の(a)に示す半導体装置の断面図である。バンプBは半導体チップ1の各電極より金線5によつて接続されている。また、半導体装置の底面には加熱すると僅かに導電性を帯びる絶縁被膜2aが付着されており、そして絶縁被膜2aの膜面より数ミクロンの単位でバンプBの表面が露出している。

【0186】従って、各バンプBを配線基板上の配線導体上に位置合わせした後に、配線導体と絶縁被膜2aにおいて陽極接合を行うと、各バンプBと対応する配線導体とが電気的に接合される。その結果、大規模なボールグリッドアレイを有する半導体装置であっても短時間で確実に配線基板上に実装できる。

【0187】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、電流入出力用の導体と、電気的に接合される電極を有した回路素子とを備え、前記電極の周囲に加熱をすると導電性を帯びる絶縁被膜を付着した後に、前記導体を前記電極に接触させて前記絶縁被膜上に重ね合わせてこの絶縁被膜と前記導体とを陽極接合し、前記導体と前記電極とを電気的に接続させたので、導体を熔融することなく機械的に強固に回路素子に接合できると共に、導体の電極に対する電気的接合度を高くできるという効果がある。

【0188】請求項2の発明によれば、半導体チップの表面に加熱をすると導電性を帯びる絶縁被膜を前記半導体チップ表面上に設けられた電極を避けて付着し、この電極を覆うようにリードフレームから延設されたインナーリードの先端を前記絶縁被膜に重ねた状態でこの絶縁被膜と前記インナーリードの先端を陽極接合すると共に、このインナーリードと電極とを電気的に接合させたので、インナーリードを半導体チップ上に機械的に強固に接合できると共に、インナーリードの電極に対する電気的な接続を強固にできるという効果がある。

【0189】請求項3の発明によれば、請求項2に記載の半導体チップの表面に設けられた絶縁性パッシベーション膜の上に金属皮膜を設けたため、半導体チップを陽極として配線基板に陽極接合できると共に、半導体チップの最上面に金属皮膜が付着されているため電磁波等の影響を受けにくくなるという効果がある。

【0190】請求項4の発明によれば、請求項2に記載の半導体チップ上の電極の表面を、前記半導体チップの表面に付着された加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜の最上面より高くしたので、絶縁被膜と陽極接合されるインナーリードとの電気的接合度が高くなるという効果がある。

(18)

33

【0191】請求項5の発明によれば、請求項4に記載の電極の先端形状を凸面形状としたもので半導体チップの上面に設け、付着した絶縁被膜の表面より突出させた電極の頂部を凸状とすると、インナーリードと絶縁被膜とを陽極接合した場合に電極の頂部はインナーリードによって潰され易くなり電氣的接合が高まると共に頂部の高さ調整が容易となるという効果がある。

【0192】請求項6の発明によれば、請求項2に記載の半導体チップ上の電極の表面を、前記半導体チップの表面に付着された加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜の最上面より低くなるよう凹部を形成したので、凹部にインナーリードと電極との導通を確実にできる導電性物質を載置することができるという効果がある。

【0193】請求項7の発明によれば、請求項5に記載の加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜の表面より低い面に設けた電極に、前記絶縁被膜の表面より一部が突出する弾性率の小さい導電性物質を載置したので、電極とインナーリードとの導通度は導電性物質を介してより向上するという効果がある。

【0194】請求項8の発明によれば、請求項7に記載の導電性物質に水銀を用いたので電極に載置されインナーリードによって押圧される導電性物質を水銀球とすることで、水銀球の圧縮時に水銀とインナーリード及び電極との接触面積が広がり電極とインナーリードとの導通度が向上するという効果がある。

【0195】請求項9の発明によれば、請求項2に記載の半導体チップ上に陽極接合されたインナーリードの表面の一部に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を付着して回路基板の配線導体に載置し、前記絶縁被膜と配線導体とを陽極接合したので、半導体チップより外部接続リードを引き出さなくても半導体チップを回路基板に実装することができるため回路基板の実装密度が大きくなるという効果がある。

【0196】請求項10の発明によれば、請求項2に記載の半導体チップ上に陽極接合されたインナーリードの末端を前記半導体チップのエッジ沿って屈折させてアウトリードに成型したので、全体を小型化した半導体装置を製造することができるという効果がある。

【0197】請求項11の発明によれば、半導体チップの表面に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を前記半導体チップ表面上に設けられた電極を避けて付着すると共に、前記電極と電氣的に接合する配線導体以外に前記絶縁被膜と接触する導体片をパターンニングにした回路基板に前記半導体チップを実装し、前記絶縁被膜と導体片とを陽極接合させることで前記電極と配線導体を電氣的に接合させたので、半導体チップの回路基板に対する機械的接合を強固なものしながら電極と配線導体との電氣的接合を強固に行うことができるという効果がある。

【0198】請求項12の発明によれば、第1の回路基板にパターンニングされた配線導体より絶縁されてパター

34

ニングされた導体片に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を付着し、前記配線導体と電氣的接続をとる配線導体とこの配線導体より絶縁された導体片がパターンニングされた第2の回路基板を前記第1の回路基板に積層して前記絶縁被膜と導体片とを陽極接合さ、積層回路基板を形成させたので、第1の回路基板にパターンニングされた配線導体以外の導体片に絶縁被膜を付着し、第2の回路基板の配線導体及びこの配線導体以外の導体片と第1の回路基板の配線導体及び導体片とを重ね合わせて陽極接合して多層積層配線基板を作ることにより厚み寸法精度の高い積層配線基板を作成することができるという効果がある。

【0199】請求項13の発明によれば、半導体装置のアウトリードの配線導体接触部の一部に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を付着して回路基板の配線導体に配置し、この絶縁被膜と配線導体とを陽極接合させることで、複数の半導体装置を同時に短時間で配線基板に実装できるという効果がある。

【0200】請求項14の発明によれば、インナーリードの先端に突起部を設けると共にこの突起部の周囲に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を付着し、前記半導体チップ上の電極の周囲に金属皮膜を所定の厚みで付着して前記電極に達する凹部を形成してこの凹部に前記突起部を係合させて前記インナーリードと前記電極とを接触させて前記絶縁被膜と前記金属皮膜とを陽極接合したので、インナーリードと電極との結合が強固になるという効果がある。

【0201】請求項15の発明によれば、インナーリードの先端に付着され加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜にインナーリードに達する開口部を設けて凹部を形成し、この凹部に前記半導体チップ表面の金属皮膜より突出して設けられた凸状の電極を係合させて前記インナーリードと前記電極とを接触させた状態で前記絶縁被膜と前記金属皮膜とを陽極接合したので、インナーリードと電極との結合が強固になるという効果がある。

【0202】請求項16の発明によれば、半導体チップの裏面に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を付着してリードフレームのダイパッドに載置した後、前記絶縁被膜とダイパッドとを陽極接合して前記リードフレームパッドを前記半導体チップに固定したので、ダイボンズ材が不要となって安価に半導体装置が製造できるという効果がある。

【0203】請求項17の発明によれば、半導体チップの表面に、電極を除く全表面に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を付着した後に各インナーリードの先端部分を対応する電極の上面に位置合わせし、陽極接合法で前記各インナーリードと前記絶縁被膜とを接合する過程で前記各電極とインナーリードとを同時に電氣的に接合するようにしたので、各インナーリードは半導体チップに広い範囲で機械的に強固に結合されると共に、インナー

35

リードと電極とが電氣的に接合されるという効果がある。

【0204】請求項18の発明によれば、半導体ウエハを複数に分割分離して形成した各半導体チップの表面に、電極を除く全表面に付着され加熱をすると導電性を帯びる絶縁被膜とインナーリードとを陽極接合法で接合する際に、弾性率の小さい導電性物質を前記絶縁被膜層に設けた凹部に嵌合して電極に挿入した後、陽極接合により前記絶縁被膜と前記インナーリードとを陽極接合する過程で前記導電性物質を前記電極に圧接させながら前記インナーリードと前記電極とを電氣的に接合するようにしたので、インナーリードと電極との接触面積及び接合度は導電性物質により向上するという効果がある。

【0205】請求項19の発明によれば、半導体チップの電極部に設けたバンプの周辺に加熱すると導電性を帯びる絶縁被膜を付着し、前記電極部のバンプをTAB自動実装用のフレキシブルテープにエッチングにより形成されたインナーリードに載置した後に前記絶縁被膜とインナーリードとを陽極接合し、前記電極を前記バンプを介してインナーリードに電氣的に接合するようにしたので、従来のTAB自動実装と比較して少ない工程で半導体チップをインナーリードに接合できるという効果がある。

【0206】請求項20の発明によれば、外部配線用のボールグリッドアレイが設けられた半導体装置の底面に前記ボールグリッドアレイの頂部が露出する程度に加熱をすると導電性を帯びる絶縁被膜を付着した後に、前記ボールグリッドアレイを回路基板上の配線導体に載置して前記絶縁被膜と前記配線導体とを陽極接合することで、陽極接合の過程でボールグリッドアレイと配線導体とが電氣的に接合されるため、多ピン構成の半導体装置であっても少ない工程で短時間に配線基板に実装できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例による陽極接合法を説明する半導体チップの断面図である。

【図2】 この発明の一実施例による陽極接合法を説明する半導体チップの断面図である。

【図3】 本実施例による陽極接合法により半導体チップの電極とリードフレームのインナーリードとを接合した状態を示した半導体チップの平面図である。

【図4】 本実施例による陽極接合法により半導体チップの電極とリードフレームのインナーリードとを接合した状態を示した半導体チップの断面図である。

【図5】 陽極接合時にインナーリードより半導体チップ表面にかかる荷重の分布を説明する半導体チップの断面図である。

【図6】 半導体チップ上に形成された電極の形状を示した半導体チップの断面図である。

【図7】 インナーリーと電極の間に置かれる導電性物

(19)

36

質の介在物の形状及び変形後の形状を示した半導体チップの断面図である。

【図8】 本実施例におけるインナーリードと電極の接合状態を詳細に説明する半導体チップの平面図である。

【図9】 図8におけるアア線部分における切断面を示す断面図である。

【図10】 図8におけるイーイ線部分における切断面を示す断面図である。

【図11】 本実施例における半導体チップ上でのインナーリードの陽極接合状態を示す半導体チップの平面図である。

【図12】 本実施例における半導体チップ上での電極の配置を示す半導体チップの平面図である。

【図13】 図11における電極接合部の詳細を説明するため半導体チップの一部を拡大した平面図である。

【図14】 陽極接合法で電極とインナーリードを接合して製造したQFPタイプ及びSOPタイプの半導体装置の斜視図である。

【図15】 陽極接合法で電極とインナーリードを接合して製造した他のタイプの半導体装置の斜視図である。

【図16】 陽極接合法で電極とインナーリードを接合して製造したQFPタイプ半導体装置の一変形例の斜視図である。

【図17】 陽極接合法により製造した半導体装置の電極とインナーリードとの接合部を拡大して示す半導体装置の断面図である。

【図18】 陽極接合法により製造した半導体装置の内部構造を示す半導体装置の斜視図である。

【図19】 図18のウウ線部分の切断面を示す半導体装置の断面図である。

【図20】 陽極接合法によりダイパッドを不要とした半導体装置の内部構造を示す半導体装置の斜視図である。

【図21】 図20におけるエエ切断面を示す半導体装置の断面図である。

【図22】 陽極接合法を用いて製造したTAB技術による半導体装置の断面図である。

【図23】 図22における陽極接合部を拡大して示した半導体装置の断面図である。

【図24】 陽極接合法を使用して製造した大出力半導体装置の断面図である。

【図25】 図25における陽極接合部を拡大して示した半導体装置の断面図である。

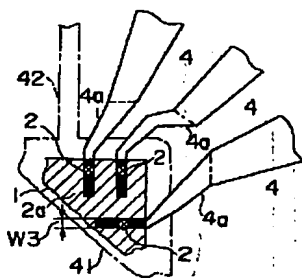
【図26】 他の実施例における半導体チップの断面図である。

【図27】 図26における半導体チップに陽極接合するインナーリードの先端形状を示す斜視図である。

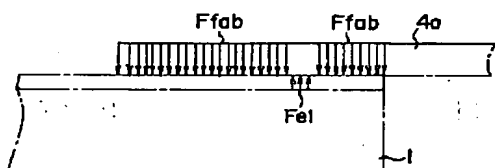
【図28】 図26に示す半導体チップに図27に示すインナーリードを陽極接合した状態を示す半導体チップの断面図である。

(21)

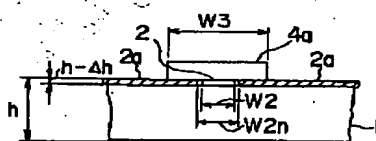
【図3】



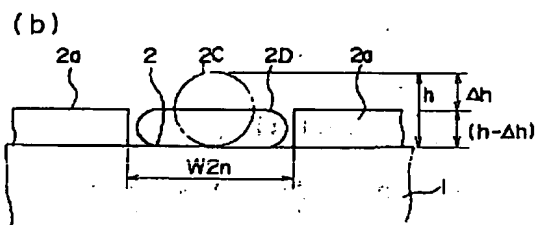
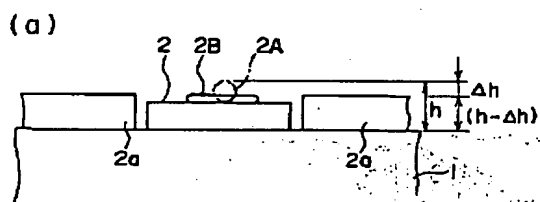
【図5】



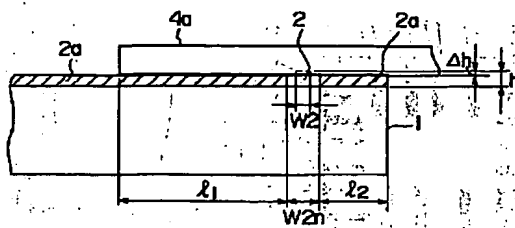
【図9】



【図7】

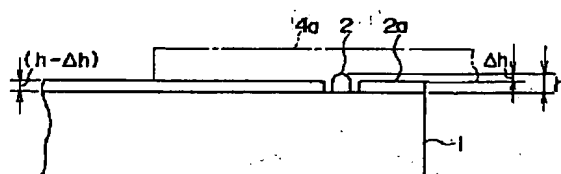


【図4】

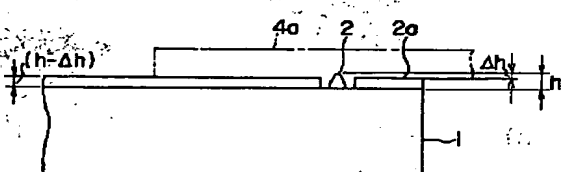


【図6】

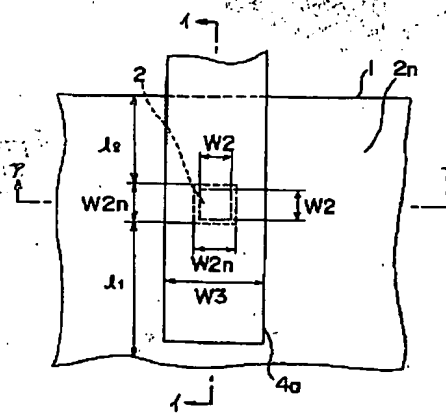
(a)



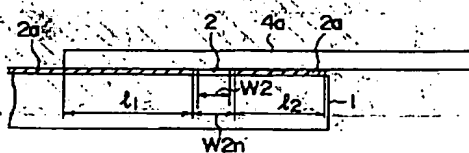
(b)



【図8】

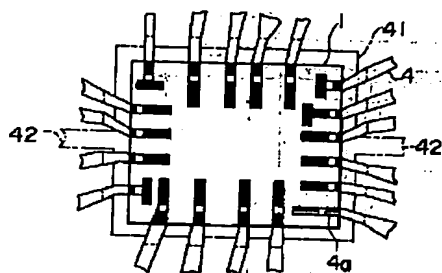


【図10】

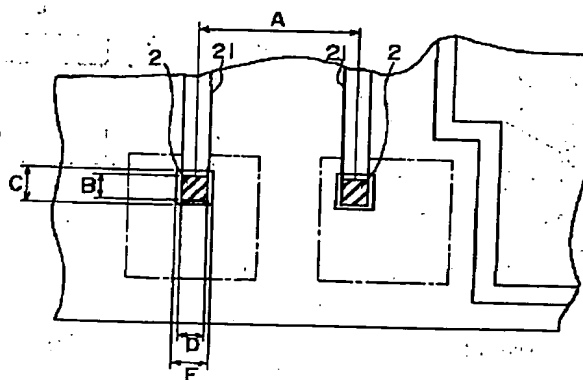


(22)

【図11】

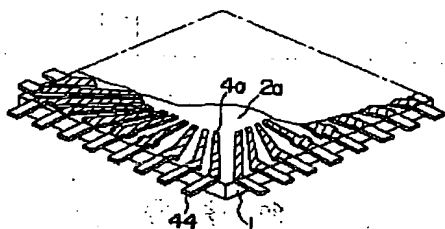


【図13】



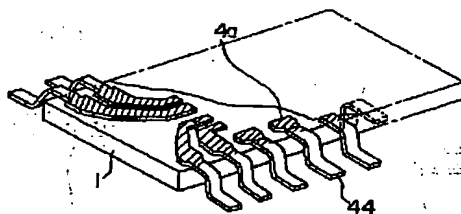
【図14】

(a)

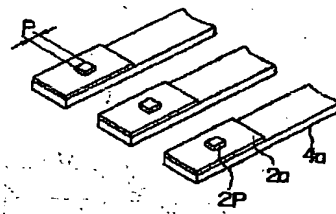


(a)

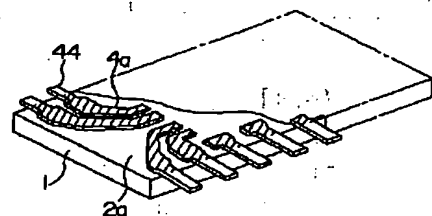
【図15】



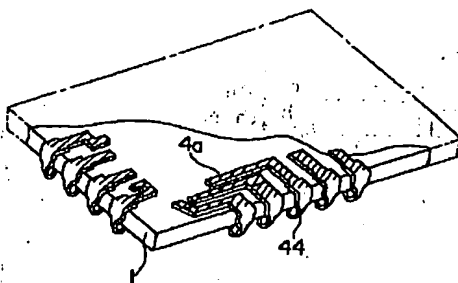
【図27】



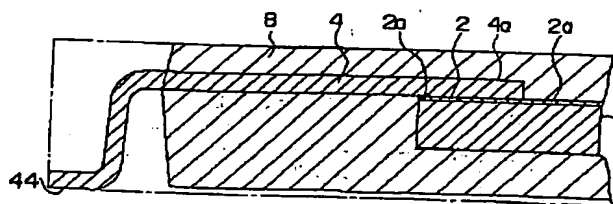
(b)



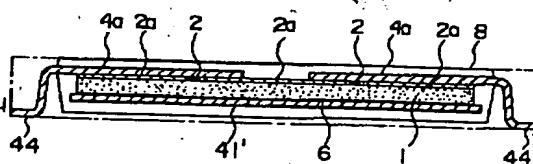
(b)



【図17】

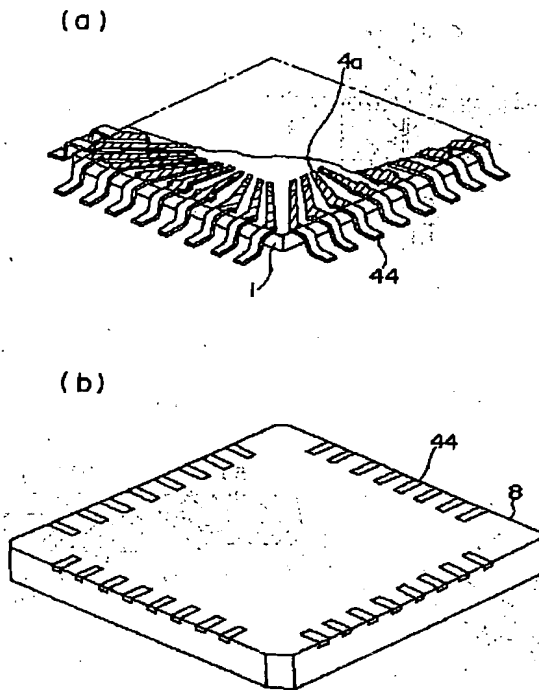


【図19】

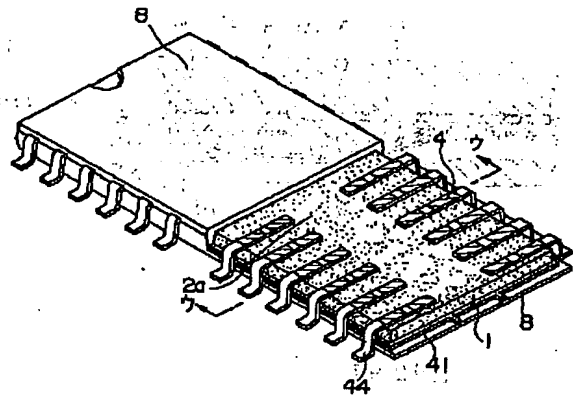


(23)

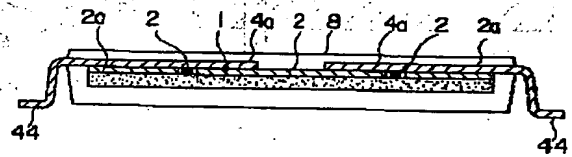
【図16】



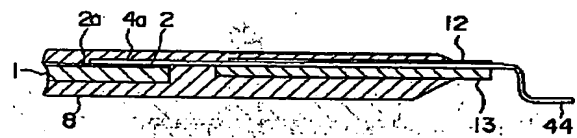
【図18】



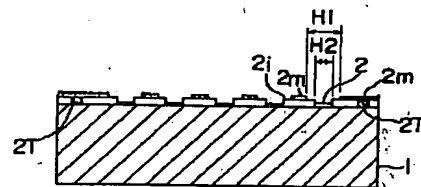
【図21】



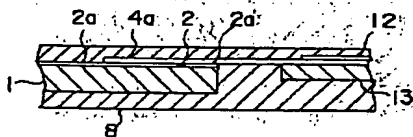
【図22】



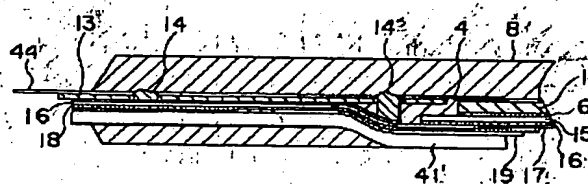
【図26】



【図23】

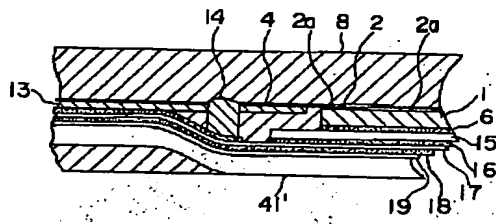


【図24】

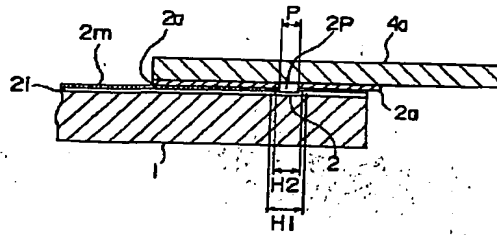


(24)

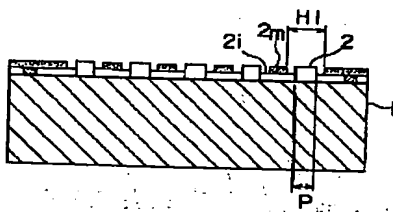
【図25】



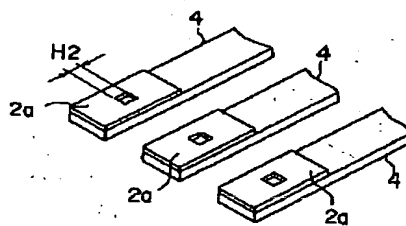
【図28】



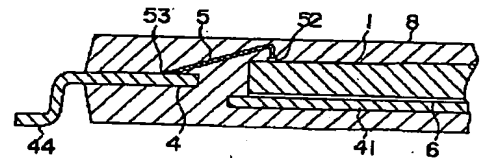
【図29】



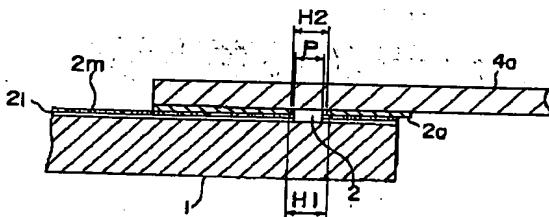
【図30】



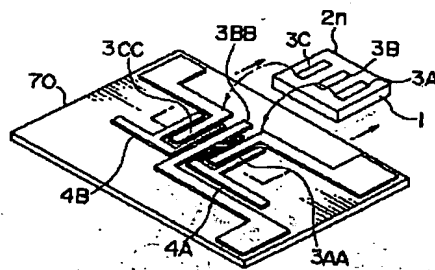
【図43】



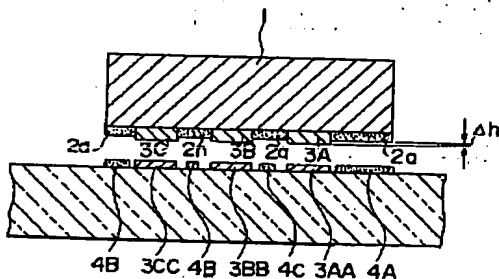
【図31】



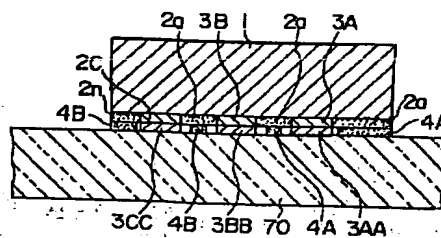
【図32】



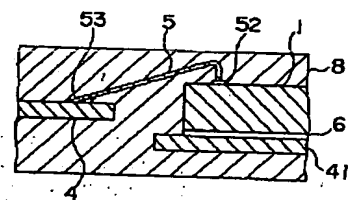
【図33】



【図34】

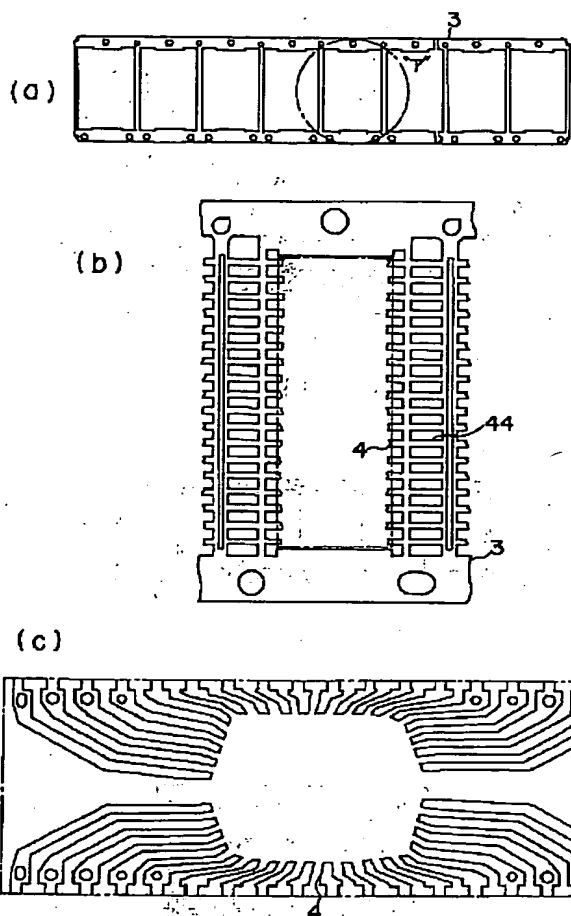


【図44】

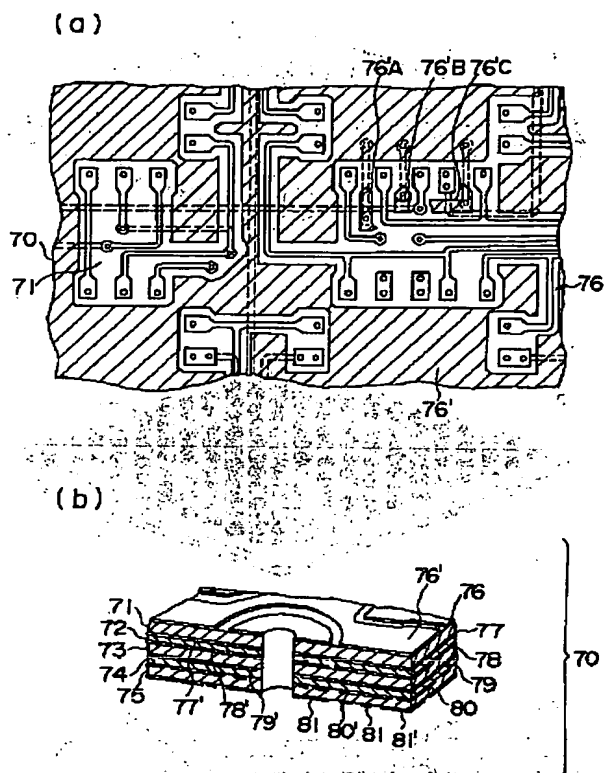


(25)

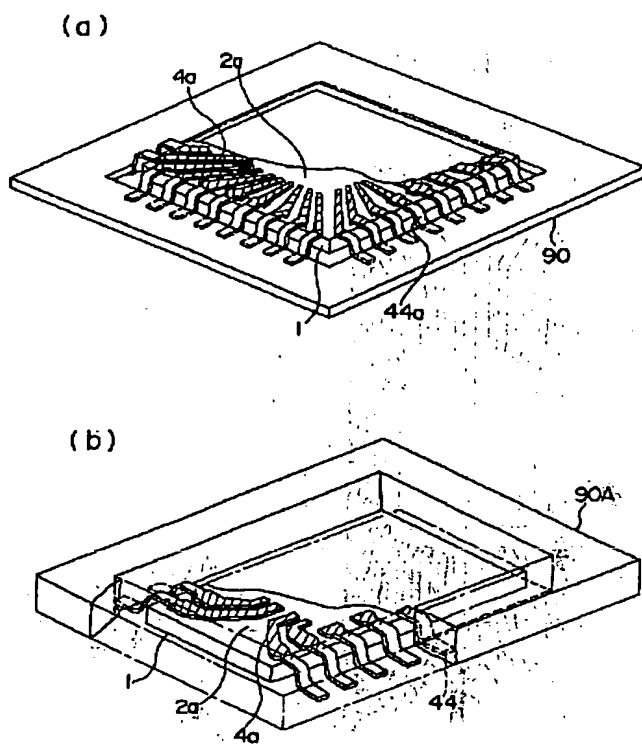
【図35】



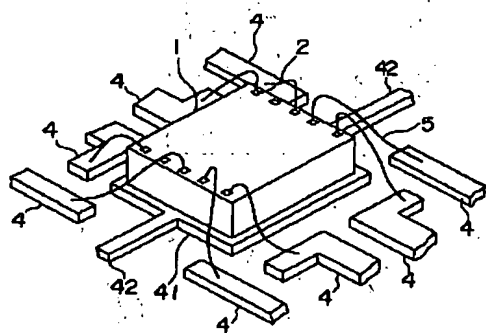
【図36】



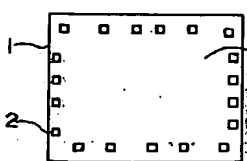
【図37】



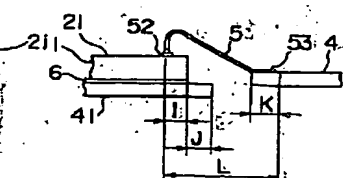
【図39】



【図50】

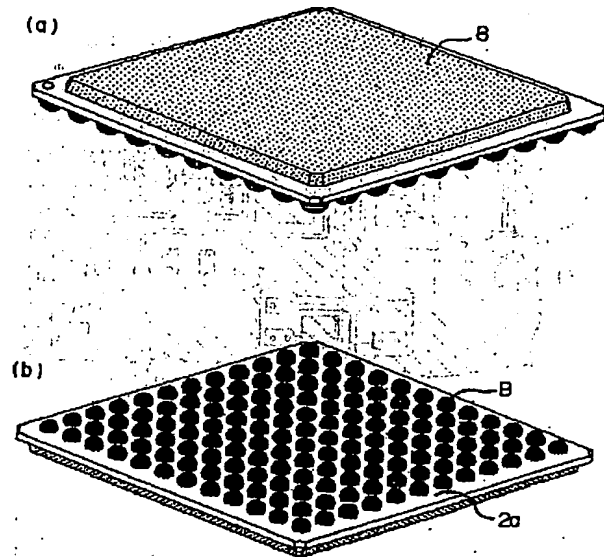


【図53】

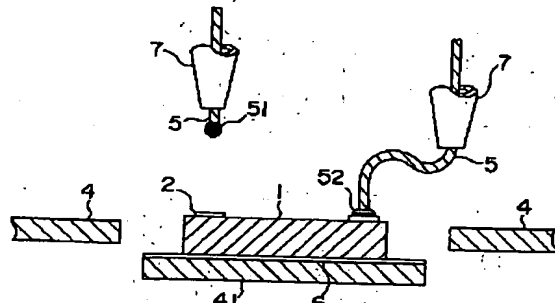


(26)

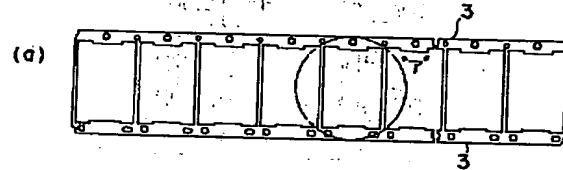
【図38】



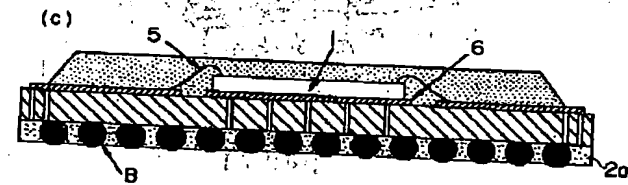
【図40】



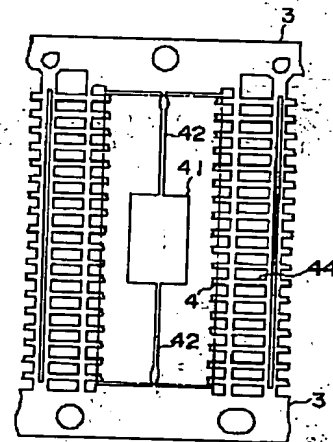
【図41】



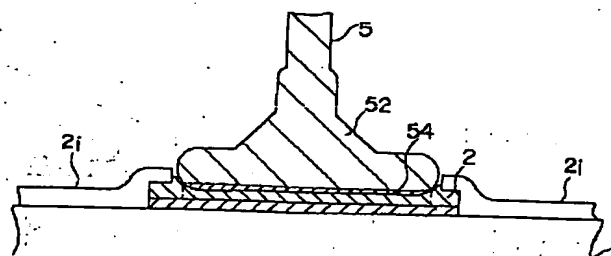
【図42】



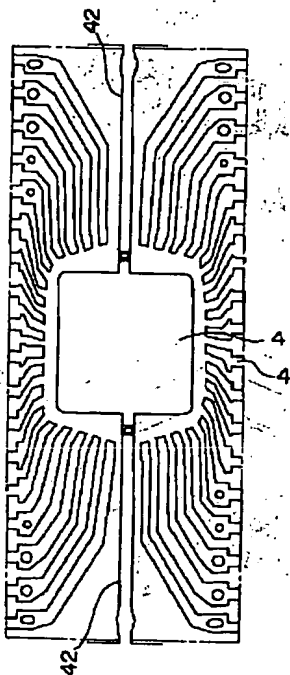
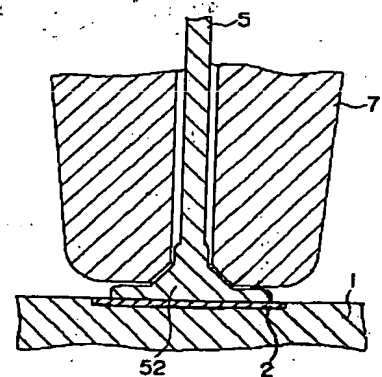
(b)



【図45】

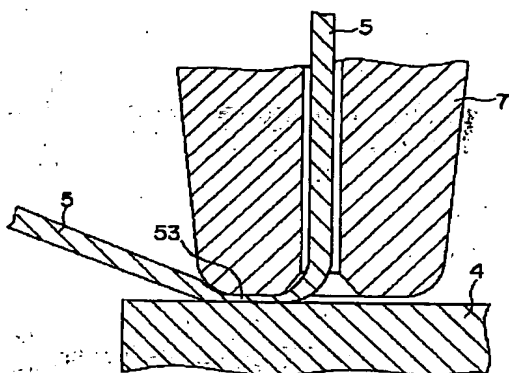


【図46】

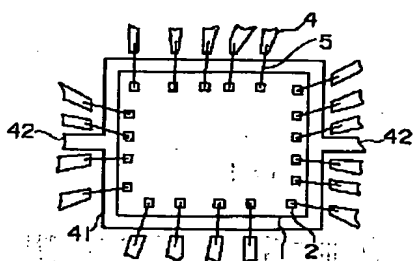


(27)

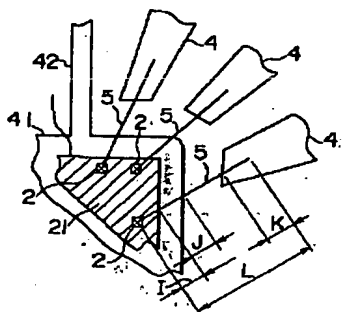
【図 47】



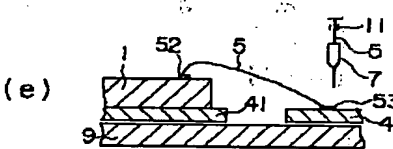
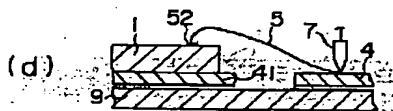
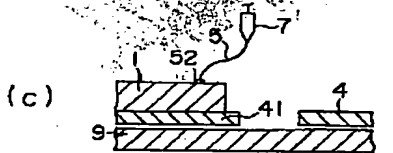
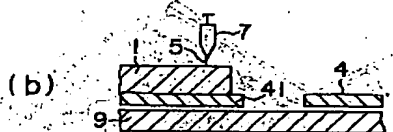
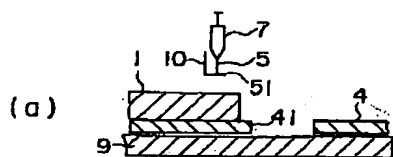
【图 49】



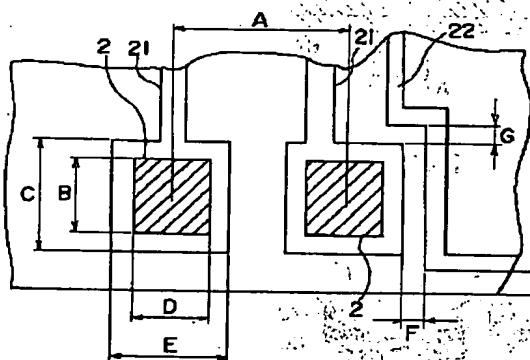
【図 5 2】



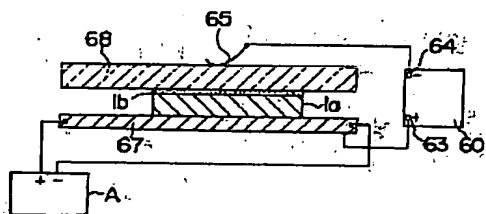
【図 48】



【図 5.1】

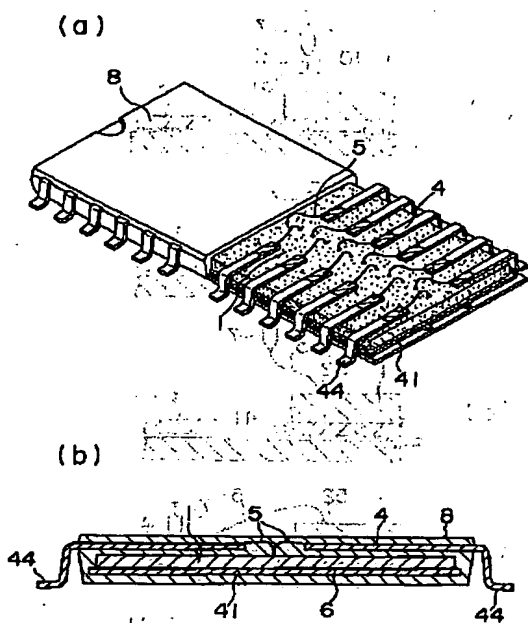


【図56】

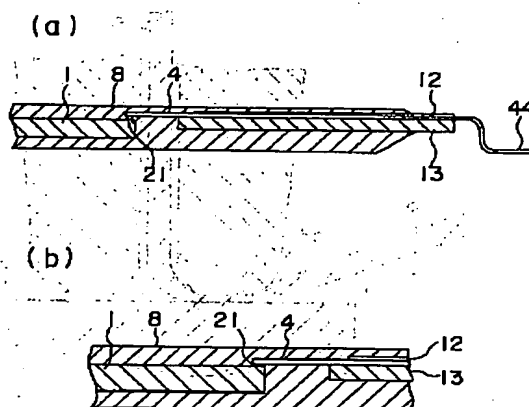


(28)

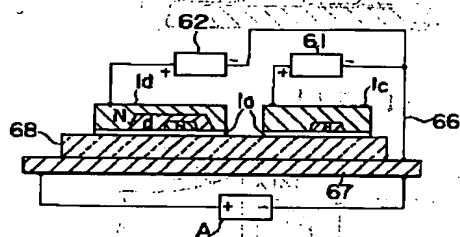
【図54】



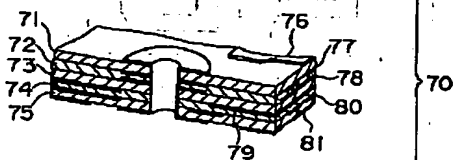
【図55】



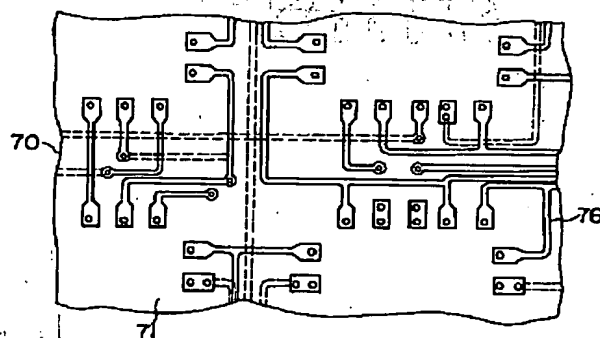
【図57】



【図59】



【図58】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.